आधुनिक कृषि अभियांत्रिकी

भाग 3 अंक 4 | अक्तूबर – दिसम्बर 2024

ISSN: 3049-0154 (Online)

मृदा एवं जल संरक्षण

भारतीय कृषि अभियंता सोसायटी

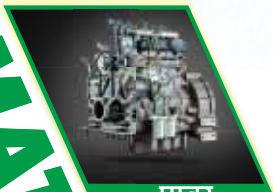
कनेक्टिंग इंजीनियर्स इन एग्रीकल्चर

CELEBRATING 50 YEARS
मेरा SWARAJ TRACTORS

नया स्वराज मेरा SWARAJ

परफ़ॉर्मेंस

कम्फ़र्ट


पावर

मज़बूती

स्टाइल

UNMATCHED

6 YEAR WARRANTY

स्वराज ट्रैक्टर्स की अधिक जानकारी के लिए
1800 425 0735 (टोल फ़्री नंबर) पर सम्पर्क करें.

मुख्य संपादक की कलम से

भारत में मृदा और जल संरक्षण सतत कृषि विकास, पर्यावरण प्रबंधन और जलवायु लचीलापन का एक महत्वपूर्ण पहलू है। भारत मृदा अपरदन, घटते जल स्तर और भूमि क्षरण जैसी चुनौतियों का सामना कर रहा है, जो कृषि उत्पादकता और पर्यावरण को प्रभावित करते हैं। यहाँ भारत में मृदा और जल संरक्षण का अवलोकन दिया गया है:

भारत में मृदा और जल संरक्षण का महत्व

कृषि संधारणीयता: मृदा उर्वरता और उत्पादकता को बनाए रखने के लिए आवश्यक रासायनिक उर्वरकों पर निर्भरता कम करता है।

पर्यावरणीय लाभ: मरुस्थलीकरण को रोकता है और भूमि क्षरण का सामना करता है, जैव विविधता को बनाए रखने में सहायता करता है और पारिस्थितिकी तंत्र का समर्थन करता है।

जल संसाधन प्रबंधन: सिंचाई और पीने के उद्देश्यों के लिए पानी का संरक्षण करता हैय बाढ़ और सूखे के जोखिम को कम करता है।

जलवायु परिवर्तन शमन: मृदा प्रबंधन के माध्यम से कार्बन पृथक्करण में सुधार करता है, चरम मौसम की घटनाओं के प्रति संवेदनशीलता को कम करता है।

चुनौतियाँ

मृदा क्षरण: वनों की कटाई, अत्यधिक चराई और अनुचित कृषि पद्धतियों से तेज होता है, भारत में लगभग 30 प्रतिशत भूमि को प्रभावित करता है।

घटते जल स्तर: सिंचाई और शहरी उपयोग के लिए भूजल का अत्यधिक दोहन

भूमि क्षरण: लवणता, क्षारीयता और प्रदूषण मिट्टी की गुणवत्ता को खराब करते हैं

जनसंख्या दबाव: भूमि और जल संसाधनों की बढ़ती माँग

संरक्षण तकनीक

1. मृदा संरक्षण

- **समोच्च जुताई:** जल अपवाह को कम करने के लिए समोच्च रेखाओं के साथ जुताई करना।
- **टेरेसिंग:** कटाव को रोकने के लिए ढलानों पर सीढ़ीनुमा खेत बनाना।
- **कवर क्रॉपिंग:** परती अवधि के दौरान मिट्टी के कटाव को रोकने के लिए फसलें लगाना।
- **कृषि वानिकी:** खेत में पेड़ और झाड़ियाँ लगाना।

मल्चिंग: मिट्टी को ढकने के लिए कार्बनिक या अकार्बनिक पदार्थों का उपयोग करना।

2. जल संरक्षण

- **वर्षा जल संचयन:** कृषि और घरेलू उपयोग के लिए वर्षा जल को इकट्ठा करना और संग्रहीत करना।
- **चेक डैम:** जल प्रवाह को धीमा करने और भूजल को रिचार्ज करने के लिए धाराओं पर बनाए गए छोटे अवरोध।
- **परकोलेशन टैंक:** भूजल पुनर्भरण को बढ़ाने के लिए डिजाइन की गई संरचनाएँ।
- **ड्रिप सिंचाई:** पानी की हानि को कम करती है और सिंचाई दक्षता को बढ़ाती है।
- **वाटरशेड प्रबंधन:** उपयोग को अनुकूलित करने और क्षरण को रोकने के लिए किसी क्षेत्र में जल संसाधनों का प्रबंधन करना।

आगे की राह

1. तकनीकी नवाचार: मिट्टी और जल संसाधनों की निगरानी के लिए जीआईएस, रिमोट सेंसिंग और आईओटी का उपयोग।

2. नीति समर्थन: सख्त भूमि-उपयोग नियम और संरक्षण खेती के लिए प्रोत्साहन।

3. सार्वजनिक जागरूकता: मिट्टी और जल संरक्षण के महत्व पर शिक्षा।

4. सहयोगात्मक प्रयास: सरकार, निजी क्षेत्र, गैर सरकारी संगठनों और समुदायों के बीच साझेदारी।

Mamta

संपादक-मंडल

बिमल कुमार

प्रसून वर्मा

टी.आर. केसवन

देविंद्र डींगरा

जतिन्द्र के. साहू

आर. के. श्रीवास्तव

पी.आर. जयन

हिन्दी रूपान्तरणः राकेश कुमार, उप निदेशक (राजभाषा), सी.आई.ए.ई. भोपाल।

प्रकाशन संबंधी सूचनाएं

आधुनिक कृषि अभियांत्रिकी का ये संस्करण, इंडियन सोसाइटी ऑफ एग्रीकल्चरल इंजीनियर्स की एग्रीकल्चरल इंजीनियरिंग टुडे पत्रिका, भाग 3 अंक 4 का हिंदी अनुवाद है।

(दूरभाष: 011-21520143; ई–मेल isae1960@gmail.com; वेबसाइट: www.isae.in)

इस प्रकाशन से संबंधित सभी पत्राचार निम्नलिखित पते को संबोधित किये जाएंः
प्रधान संपादक(एईटी), इंडियन सोसाइटी ऑफ एग्रीकल्चर इंजीनियर्स, जी–4, ए–ब्लॉक (जीएफ), नेशनल सोसा. इटीज ब्लॉक, नेशनल एग्रीकल्चरल साइंस सेंटर (एनएएससी) कॉम्प्लेक्स, देव प्रकाश शास्त्री मार्ग, पूसा कैंपस, नई दिल्ली–110012, भारत
ई–मेल: chiefeditoraet@isae.in

लेखकों द्वारा व्यक्त की गई राय एग्रीकल्चरल इंजीनियरिंग टुडे या आई.एस.ए.ई. की नहीं है। संशय की स्थिति में ''एग्रीकल्चरल इंजीनियरिंग टुडे'' का अंग्रेजी रूपांतर ही अंतिम मान्य है।

अंशदान ब्यौरे

	अंतर्देशीय	विदेश
वार्षिक अंशदान	Rs. 2000.00	US$ 400.00
एक प्रति के लिए	Rs. 600.00	US$ 150.00
अतिरिक्त डाक और हैंडलिंग शुल्क		
पूरे वर्ष के लिए	Rs. 200.00	US$ 50.00
एक प्रति के लिए	Rs. 75.00	US$ 25.00

भुगतान के लिए, बैंक शुल्क सहित चेक/ड्राफ्ट नई दिल्ली में देय एवं ''भारतीय कृषि अभियंता सोसायटी'' के नाम से तैयार करें और उसे महासचिव, ''इंडियन सोसायटी ऑफ एग्रिकल्चरल इंजीनियर्स'', जी–4, ए–ब्लॉक(जीएफ), नेशनल सोसाइटीज ब्लॉक, नेशनल एग्रीकल्चरल साइंस सेंटर (नास) कॉम्प्लेक्स, देव प्रकाश शास्त्री मार्ग, पूसा कैंपस, नई दिल्ली–110012, भारत को भिजवाएं।

न्यू यूनाइटेड प्रोसेस, ए–26, नारायणा इंडस्ट्रियल एरिया, फेज दो, नई दिल्ली–110028, मोबाइलः 9811426024 में मुद्रित।

अन्तर्वस्तु (CONTENT)

आधुनिक कृषि अभियांत्रिकी । 48 (4)

01 अध्यक्ष की कलम से
मृदा जल संरक्षण की स्थिति और आगे की राह
अध्यक्ष आईएसएई एवं उप महानिदेशक (अभियांत्रिकी), भारतीय कृषि अनुसंधान परिषद (आईसीएआर), नई दिल्ली
डॉ. श्याम नारायण झा

03 **मृदा एवं जल संरक्षण – उद्योग एवं संस्थागत रुझान**
डॉ. सैयद इस्माइल

05 **मृदा एवं जल संरक्षण इंजीनियरिंग के लिए आधुनिक उपकरण**
एस.के. चौधरी

10 **कृषि मशीनरी के निर्यात और आयात का विश्लेशण**

11 **जल संरक्षण और प्रबंधन के लिए सटीक कृषि**
विभा धवन

15 **मृदा जल संरक्षण एवं प्रबंधन में परिशुद्धता कृषि की भूमिका**
श्रीकांत गोयनका

17 **भारत में मृदा एवं जल संरक्षणः उभरते रुझान एवं अवसर**
राजीव के सिंह

27 **फाइबर-प्रबलित पॉलिमरः जल प्रबंधन के लिए एक व्यवहार्य समाधान**
डॉ राकेश शारदा

30 **हिमालय में भूमि क्षरणः चुनौतियाँ और संरक्षण रणनीतियाँ**
अम्बरीश कुमार

33 **मृदा जल संरक्षण एवं प्रबंधन में परिशुद्धता कृषि की भूमिका**
कौशल जैसवाल

35 **वाटरशेड विकास कार्यक्रमः देश की खाद्य, ऊर्जा और जलवायु सुरक्षा सुनिश्चित करने का समाधान**
डॉ. सी.पी. रेड्डी

40 **बहुक्रियाशील परिदृश्यों के माध्यम से स्थिरता को आगे बढ़ाना- मृदा और जल संरक्षण के आगे**
गोपाल कुमार

43 **मृदा जल संरक्षण और प्रबंधन में सटीक कृषि की भूमिका**
अनिल कौशिक

45 **भारत में दालों की स्थितिः उत्पादन, व्यापार और प्रसंस्करण में रुझान**
डॉ. रंजीत सिंह , सुश्री सौम्या महापात्रा, इंजी. सुमित बी. उरहे

49 **खाद्य सुरक्षा के मूल्यांकन में त्वरित विधियों की भूमिका और महत्व**
सुश्री शबनम कुमारी, डॉ. देविंदर ढींगरा

53 **क्या पॉपिंग और पफिंग स्टार्चयुक्त अनाज के पोषण संबंधी प्रोफाइल को उन्नत और स्वास्थ्यवर्धक बनाते हैं?**
सुश्री मुस्कान गुप्ता, सुश्री पवनदीप कौर संधू, डॉ. राजेश कुमार विश्वकर्मा इंजी. राहुल कुमार राउत

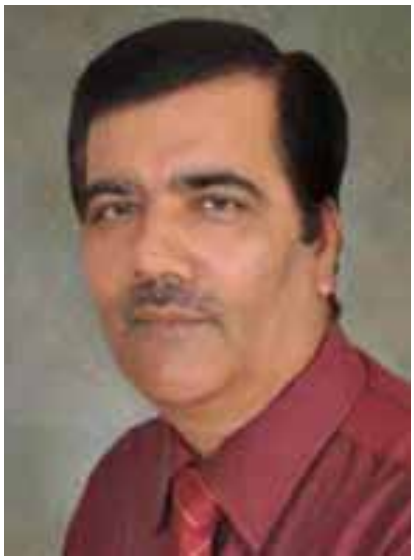
56 **जूट और उसके डेरिवेटिव के निर्यात रुझान**
नवीन जोस, विद्या भूषण शंभू, संजय देबनाथ, प्रतीक श्रीवास्तव, दिनेश बाबू शाक्यवार

59 **कृषि मशीनरी आधारित उद्यमिता विकास**
पी के साहू और सतीश देवराम लांडे

मृदा जल संरक्षण की स्थिति और आगे की राह

डॉ. श्याम नारायण झा
अध्यक्ष आईएसएई एवं
उप महानिदेशक (अभियांत्रिकी), भारतीय कृषि अनुसंधान परिषद (आईसीएआर), नई दिल्ली

इस ब्रह्मांड में जीवित प्राणियों के अस्तित्व के लिए हवा के बाद मिट्टी और पानी सबसे महत्वपूर्ण हैं। भारत में कुल भौगोलिक क्षेत्र का लगभग 329 मिलियन हेक्टेयर (एमएचए) है, जिसमें से लगभग 120.7 मिलियन हेक्टेयर भूमि क्षरित भूमि के रूप में रिपोर्ट की गई है, और देश की कृषि योग्य भूमि में मिट्टी के कटाव (10 टन/हेक्टेयर/वर्ष से अधिक मिट्टी की हानि) की सीमा 92.4 मिलियन हेक्टेयर है, जो मिट्टी की उत्पादकता और स्वास्थ्य को खोने का एक बड़ा कारण है। एक रिपोर्ट के अनुसार 1980 और 2000 के बीच 500 मिलियन लोग ऐसे क्षेत्रों में रहते हैं, जहाँ रेगिस्तानीकरण हुआ था। भारत भी रेगिस्तानीकरण के प्रति संवेदनशील है। 2011-2013 तक, देश में अनुमानित 29 प्रतिशत भूमि रेगिस्तानीकरण और भूमि क्षरण से गुजरी है, इसके अलावा रियल एस्टेट का विस्तार हुआ है और इस प्रकार उपजाऊ भूमि में कमी आई है। प्रति व्यक्ति कृषि योग्य भूमि 1961 में 0.34 हेक्टेयर से घटकर 2015 में 0.12 हेक्टेयर रह गई (चित्र 1)। इसी तरह, हालांकि भारत में सालाना अच्छी मात्रा में वर्षा (1180 मिमी) होती है, लेकिन घरेलू, कृषि और औद्योगिक विकास गतिविधियों की बढ़ती आवश्यकताओं, जल संसाधनों के अत्यधिक दोहन और शिथिलता के कारण यह एक दुर्लभ प्राकृतिक संसाधन बन गया है। वर्ष 2021 और 2031 के लिए औसत वार्षिक प्रति व्यक्ति जल उपलब्धता 1486 और 1367 उ3 आंकी गई है, जो 1700 उ3 से कम है, जो दर्शाता है कि भारत की जल उपलब्धता

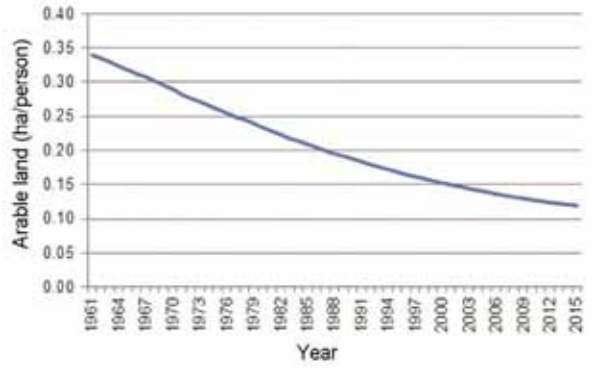


जल संकट की स्थिति में है। देश के लिए भूजल निष्कर्षण का औसत चरण लगभग 59.26 प्रतिशत है। देश में कुल 6553 मूल्यांकन इकाइयों (ब्लॉक/मंडल/तालुका) में से 11.23 प्रतिशत, 3.04 प्रतिशत, 10.65 प्रतिशत, 73.14 प्रतिशत, 1.94 प्रतिशत को क्रमशः 'अति-शोषित', 'गंभीर', 'अर्ध-गंभीर', 'सुरक्षित' और 'लवणीय ' के रूप में वर्गीकृत किया गया है। देश के सभी भागों में भूजल स्तर में गिरावट का रुझान यह दर्शाता है कि पीने के उद्देश्यों के लिए भी अच्छी गुणवत्ता वाले पानी की सुनिश्चित आपूर्ति हमारे देश के लिए चिंता का विषय बन रही है (चित्र 2)। प्रमुख और मध्यम सिंचाई परियोजनाओं की कुल सिंचाई दक्षता लगभग 38 प्रतिशत होने का अनुमान है। जल उपयोग दक्षता में सुधार या कृषि जल उत्पादकता को बढ़ाना बढ़ती जल कमी के लिए एक महत्वपूर्ण प्रतिक्रिया है।

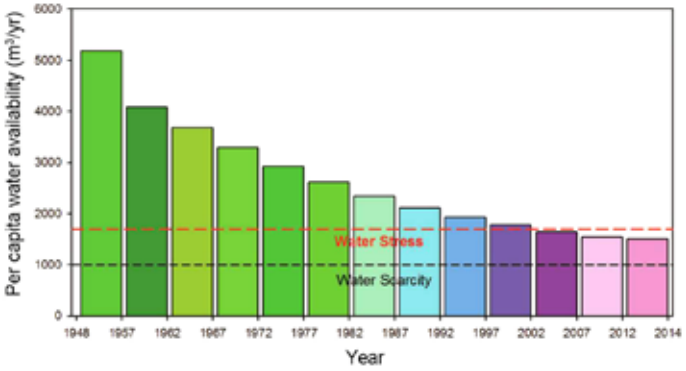
मिट्टी और जल संरक्षण के मुद्दों को भौगोलिक दृष्टिकोण से देखा जा सकता है और भूमि के क्षरण के कई कारक हैं। जल क्षरण, जल भराव और वायु क्षरण उनमें से प्रमुख हैं, जिन्हें आधुनिक युग के इंजीनियरिंग हस्तक्षेपों का उपयोग करके काफी सीमा तक कम किया जा सकता है।

अनुसंधान और विकास कार्य ने विभिन्न जैव-इंजीनियरिंग उपायों के माध्यम से मिट्टी के क्षरण की दर को काफी कम कर दिया है और कुशल सिंचाई विधियों और विभिन्न जल बचत हस्तक्षेपों के माध्यम से कृषि उत्पादकता में भी सुधार किया है। भारत के विभिन्न राज्यों में लगभग 70,000 हेक्टेयर जलभराव वाली खारी मिट्टी को उपसतही जल निकासी प्रौद्योगिकी के माध्यम से पुनः प्राप्त किया गया है। इसके परिणामस्वरूप फसल की तीव्रता में 25-100 प्रतिशत सुधार हुआ है और फसल की उत्पादकता में उल्लेखनीय वृद्धि हुई है (धान में 45 प्रतिशत, गेहूं में 111 प्रतिशत और कपास में 215 प्रतिशत तक)। रबर और फाइबर प्रबलित प्लास्टिक (एफआरपी) का उपयोग करके चेक डैम का हालिया विकास तैनाती के चरण में है और इससे क्रमशः मैदानी और पहाड़ी क्षेत्रों में जल

अध्यक्ष की कलम से



चित्र 1. भारत में कृषि योग्य भूमि में गिरावट के रुझान



चित्र 2. भारत में प्रति व्यक्ति जल उपलब्धता के रुझान (झा एस एन, 2020)। वर्तमान विज्ञान, 119(6): 899-900

संरक्षण और भूमि क्षरण का परिदृश्य बदल सकता है।

संधारणीय सिंचाई प्रबंधन के लिए बेहतर प्रबंधन के माध्यम से जल उत्पादकता बढ़ाने के लिए सिंचाई और खेती की विधियों के लिए स्मार्ट, सटीक तकनीकों की आवश्यकता होती है। कृषि जल उत्पादकता में सुधार के लिए कई दृष्टिकोण हैं। ड्रिप या सूक्ष्म सिंचाई को अपनाना, वर्षा जल संचयन, भूजल को रिचार्ज करना, जल पुनर्चक्रण जैसी जल बचत तकनीकों को प्रोत्साहित करना और नहर प्रणालियों में हानि को कम करना कुछ अनुकूलन विकल्प हो सकते हैं। जैवभौतिकीय और सामाजिक-आर्थिक हस्तक्षेपों को सम्मिलित करने वाले सहभागी एकीकृत वाटरशेड प्रबंधन दृष्टिकोणों ने जलवायु परिवर्तन के प्रति लचीलापन सुनिश्चित करने के लिए समृद्ध लाभांश दिखाए हैं। प्रबंधित जलभृत भंडारण जल उपलब्धता में सुधार और वर्षा वितरण और बढ़ी हुई वाष्पीकरण दरों में क्षेत्र-विशिष्ट परिवर्तनों को संबोधित करने के लिए अनुकूलन विकल्पों में से एक है।

सिंचाई और बढ़ती जनसंख्या को भोजन उपलब्ध कराने के लिए पानी की कमी की समस्या से निपटने के लिए भारत सरकार ने प्रधानमंत्री कृषि सिंचाई योजना (पीएमकेएसवाई) शुरू की है। इसका उद्देश्य सुनिश्चित सिंचाई (हर खेत को पानी) के अन्तर्गत खेती योग्य क्षेत्र का विस्तार करना, पानी की बर्बादी को कम करने के लिए खेत पर पानी के उपयोग की दक्षता में सुधार करना, सटीक सिंचाई और अन्य जल बचत प्रौद्योगिकियों (प्रति

बूंद अधिक फसल) को अपनाना बढ़ाना और शहरी कृषि के लिए उपचारित नगरपालिका आधारित पानी के पुनः उपयोग की व्यवहार्यता की खोज करके जलभृतों के पुनर्भरण को बढ़ाना और स्थायी जल संरक्षण प्रथाओं को आरम्भ करना है।

अब तक सूक्ष्म सिंचाई के अन्तर्गत 137.80 लाख क्षेत्र को कवर किया गया है। भारतीय कृषि अनुसंधान परिषद (आईसीएआर) वर्षा जल संचयन और पुनर्चक्रण, पानी का बहुविध उपयोग, वर्षा, सतही और भूजल संसाधनों का संयुक्त उपयोग, सिंचाई और कृषि पद्धतियों के लिए स्मार्ट और सटीक तकनीकें, इष्टतम सिंचाई समय-सारिणी, संसाधन संरक्षण तकनीकें, भूमि जल निकासी का विकास और समस्याग्रस्त मिट्टी का सुधार सिंचाई जल दक्षता और जल उत्पादकता बढ़ाने के लिए जिससे जल संसाधनों का महत्वपूर्ण रूप से संरक्षण हो सके। फसल नियोजन और प्रबंधन में मौसमी जलवायु पूर्वानुमान का उपयोग संभवतः मौसम परिवर्तनशीलता के कारण होने वाली हानि को कम और विविधीकरण के अवसर प्रदान कर सकता है। इंटरनेट ऑफ थिंग्स (आईओटी) आधारित सूक्ष्म सिंचाई प्रणाली अब देश में तैनाती के चरण में है और इसके लिए एक विशेष योजना बनाई जानी चाहिए। हालांकि, कृषि भूमि जल निकासी में अनुसंधान को एक नए प्रोत्साहन की आवश्यकता है, और सिंचाई परियोजनाओं की योजना बनाते समय उचित ध्यान देने की आवश्यकता है।

मृदा एवं जल संरक्षण – उद्योग एवं संस्थागत रुझान

डॉ. सैयद इस्माइल

कृषि अभियन्ता, जो उद्योग एवं कृषि में एम्बेडेड सिस्टम पर काम कर रहे हैं 'भारतीय कृषि इंजीनियर्स सोसायटी' और 'एशियन एसोसिएशन फॉर एग्रीकल्चरल इंजीनियरिंग' के माध्यम से उद्योग एवं संस्थागत सहयोग को बढ़ावा दे रहे हैं।

"पृथ्वी, वायु, भूमि और जल हमारे पूर्वजों से विरासत में नहीं मिले हैं, बल्कि हमारे बच्चों से उधार में मिले हैं। इसलिए, हमें उन्हें कम से कम वैसे ही सौंपना चाहिए, जैसे हमें सौंपा गया था" - महात्मा गांधी। मृदा एवं जल जीवन के लिए महत्वपूर्ण प्राकृतिक संसाधन हैं तथा भारत की वर्तमान चुनौतियाँ मृदा क्षरण एवं मृदा अपरदन, मृदा स्वास्थ्य की खराब स्थिति, जल उपयोग दक्षता में कमी, जल की घटती गुणवत्ता तथा भूजल का तेजी से कम होना हैं। मृदा क्षरण 147 मिलियन हेक्टेयर है, जिसमें से 7 मिलियन हेक्टेयर अत्यधिक जल, खराब जल निकासी तथा रासायनिक उपयोग के कारण होने वाली लवणता के कारण है। कुछ अनुमानों के अनुसार, हर साल लवणता में 10 प्रतिशत की वृद्धि होगी और वर्ष 2050 तक 50 प्रतिशत कृषि योग्य भूमि क्षरित हो जाएगी। भारत में उपलब्ध जल का 90 प्रतिशत कृषि के लिए उपयोग किया जाता है, तथा हर साल भूजल में 2-3 मीटर की कमी हो जाती है। सतही जल की उपलब्धता 690 बिलियन क्यूबिक मीटर (बीसीएम) है, जबकि कुल जल उपयोग 1123 बीसीएम (शेष भूजल द्वारा समर्थित) है। भूजल ग्रामीण जल आपूर्ति में 85 प्रतिशत और शहरी जल आपूर्ति में 45 प्रतिशत का योगदान देता है। यह आवश्यक है कि हम सतही जल भंडारण और भूजल पुनर्भरण

को बढ़ाएँ।

कृषि पद्धतियाँ

संरक्षण कृषि

मोनोकल्चर और रसायनों का बढ़ता उपयोग खराब मृदा स्वास्थ्य के मुख्य कारण हैं, और हमें संरक्षण कृषि (सीए) को अपनाना होगा, जिसमें न्यूनतम जुताई, फसल कवर और फसल चक्रण पर जोर दिया जाता है। सीए में जलवायु लचीलापन है और साथ ही यह इनपुट आवश्यकताओं को कम करने के अलावा मृदा स्वास्थ्य और उत्पादकता को भी बढ़ाता है। भारत में इस पद्धति के अंतर्गत भूमि का वर्तमान हिस्सा 1-2 प्रतिशत है, जिसे व्यापक रूप से अपनाने और प्रोत्साहन के लिए नीतिगत समर्थन की आवश्यकता है। नो टिल हैप्पी सीडर और सुपर सीडर कुछ ऐसे उपकरण हैं जिन्हें वर्तमान में इंडो गंगा के मैदानों में बढ़ावा दिया जा रहा है, भारत में विभिन्न फसलों, मिट्टी के प्रकारों और भूभाग की आवश्यकताओं को पूरा करने के लिए अधिक उपकरणों के साथ पूरक होना चाहिए। प्राकृतिक खेती, पुनर्योजी खेती और संरक्षण कृषि आम तौर पर बेहतर जलवायु लचीलापन और रसायनों और आनुवंशिक रूप से संशोधित बीजों के आवेदन में अंतर के साथ मिट्टी के स्वास्थ्य और उत्पादकता में सुधार के लिए समान प्रथाओं की समर्थन करते हैं। कृषि इंजीनियरों को कृषिविदों और मृदा वैज्ञानिकों के साथ सक्रिय रूप से जुड़ना चाहिए जो वर्तमान में उपकरणों, मशीनरी और इंजीनियरिंग प्रथाओं के उचित डिजाइन/चयन द्वारा इन प्रथाओं का नेतृत्व करते हैं।

जल बचत प्रथाएँ

ड्रिप जैसे सिंचाई उपकरणों के अलावा, कई जल बचत कृषि पद्धतियाँ हैं जो गन्ना और धान जैसी फसलों की बुवाई से लेकर कटाई तक भारी मात्रा में पानी बचा सकती हैं। धान के खेतों में 30 प्रतिशत तक पानी बचाया जा सकता है (1 किलो चावल 2500 किलो पानी का उपयोग करता है!) यदि पानी को फिर से सिंचाई से पहले जमीन के स्तर से नीचे जाने दिया जाए। इस तकनीक (वैकल्पिक गीलापन और सुखाने-एडब्ल्यूडी) को व्यापक रूप से बढ़ावा देने की आवश्यकता है। इंजीनियरों को अभी भी सेंसर और नियंत्रण वाल्व के साथ टिकाऊ जल गहराई संवेदन और सिंचाई को बढ़ावा देना है। बागवानी फसलों के लिए, ड्रिप के साथ वाटरिंग स्टिक जैसी रूट जोन सिंचाई बहुत कुशल है (ड्रिप में इस्तेमाल होने

वाले पानी का 50 प्रतिशत तक बचाता है) और इसे व्यापक रूप से बढ़ावा देने की आवश्यकता है।

प्राकृतिक संसाधन प्रबंधन

विविध पारिस्थितिकी तंत्र को संरक्षित करने के लिए प्राकृतिक संसाधन प्रबंधन महत्वपूर्ण है। भूमि समतलीकरण, कंटूर बंडिंग उपकरण, सबसॉइलर, टेरेसिंग मशीन, विंडब्रेक, चेक डैम और वर्षा जल संचयन प्रणालियों को बेहतर कार्यान्वयन के लिए कृषि इंजीनियरों की सक्रिय भागीदारी की आवश्यकता है। डळछत्म्ळ। का 60 प्रतिशत व्यय जल संचयन, मृदा संरक्षण और भूमि विकास परियोजनाओं जैसे छत्ड कार्यों के लिए समर्पित है और कृषि इंजीनियर इस क्षेत्र में बेहतर योगदान दे सकते हैं। जल शक्ति मंत्रालय पेयजल और स्वच्छता के लिए 78 प्रतिशत धन आवंटित करता है और इसे तभी कम किया जा सकता है जब हम पानी की गुणवत्ता पर काम करें। कृषि और किसानों के लिए सरकार द्वारा आवंटित अधिकांश धन खाद्य आपूर्ति के लिए सब्सिडी के साथ-साथ उर्वरक जैसे इनपुट के रूप में है। छत्ड गतिविधियाँ मिट्टी और पानी की रक्षा करने की आवश्यकता हैं और उन्हें अंतराल पर रखरखाव की आवश्यकता होती है। उर्वरक, बीज और उपकरणों की खरीद के लिए मौजूदा सब्सिडी के बजाय किसानों को श्सेवाओं पर सहायताश् के साथ कस्टम हायरिंग केंद्रों को बढ़ावा देने वाली नीतियां एक बेहतर विकल्प होंगी क्योंकि एनआरएम में अधिकांश परियोजनाओं को एक बार वित्त पोषित किया जाता है और किसानों से उन्हें बनाए रखने की उम्मीद की जाती है, जो अव्यावहारिक है और आर्थिक रूप से व्यवहार्य नहीं है।

सिंचाई उपकरण

पानी के पंपों की दक्षता में सुधार और ग्रामीण कृषि विद्युत आपूर्ति के लिए पावर फैक्टर क्षतिपूर्ति का प्रावधान कृषि बिजली के उपयोग को काफी कम कर देगा। गहरे कुओं के पंपों की तुलना में पानी उठाने वाले उपकरणों को अधिक बढ़ावा दिया जाना चाहिए। ड्रिप और स्प्रिंकलर जैसी सूक्ष्म सिंचाई प्रणाली 19 प्रतिशत खेती योग्य भूमि द्वारा अच्छी तरह से अपनाई गई है - मुख्य रूप से पानी की कमी के कारण - लेकिन कुशल स्वचालित नियंत्रण की कमी है। एक सामान्य मैनुअल ड्रिप सिस्टम की लागत लगभग 40,000 रुपये प्रति एकड़ है जबकि स्वचालित प्रणाली की लागत 3 लाख रुपये प्रति एकड़ से अधिक है। चूंकि कृषि बिजली अधिकांशतरू रात में उपलब्ध होती है, इसलिए लेटरल स्विचिंग और फर्टिगेशन सिस्टम के लिए विद्युत वाल्व ड्रिप सिस्टम का कुशलतापूर्वक उपयोग करने में सहायता करेंगे। रात में फर्टिगेशन के लिए लेटरल को नियंत्रित करने वाले सिंचाई वाल्व के स्वचालित नियंत्रण की आवश्यकता होती है।

पानी की अधिक खपत के कुछ कारण

'मुफ्त बिजली' और 'सोलर पंप' पर सब्सिडी हैं और इसे स्वचालित सिंचाई प्रणालियों द्वारा अच्छी तरह से ठीक किया जा सकता है जो अनुप्रयोग को नियंत्रित करेंगे। उद्योग को लागत प्रभावी और सस्ती प्रणाली बनाने के लिए आगे आना चाहिए। सिंचाई उद्योग को आउटसोर्सिंग के बजाय ऐसी प्रणालियों को विकसित करने के लिए इन-हाउस इंफ्रास्ट्रक्चर विकसित करना चाहिए। एम्बेडेड नेटवर्क संचार प्रणालियों और वाल्वों के स्थानीय निर्माण की वर्तमान तकनीकों के साथ, उद्योग में दुनिया की सबसे बड़ी कृषि भूमि में सिंचाई को स्वचालित करने की क्षमता है। आज पिछले दशक के मध्य, सैकड़ों किसान स्वचालित सिंचाई को अपना रहे हैं, किन्तु आवश्यकता सैकड़ों हजारों में है।

भारत में 'अंतर्राष्ट्रीय सिंचाई एवं जल निकासी आयोग (आईसीआईडी)' की स्थापना की गई है और यहाँ कई अग्रणी संस्थान हैं जैसे भारतीय मृदा एवं जल संरक्षण संस्थान (आईआईएसडब्ल्यूसी), केंद्रीय मृदा लवणता अनुसंधान संस्थान (सीएसएसआरआई), आईसीएआर मृदा एवं जल संरक्षण अभियांत्रिकी विभाग (एसडब्ल्यूसीई), आईसीएआर जल प्रौद्योगिकी केंद्र (डब्ल्यूटीसी), आईसीएआर भारतीय मृदा विज्ञान संस्थान (आईआईएसएस), जल एवं भूमि प्रबंधन संस्थान (डब्ल्यूएएलएमआई) आदि। वर्तमान चुनौतियों का समाधान करने के लिए इन संस्थानों को उद्योग के साथ मिलकर सहयोगात्मक दृष्टिकोण अपनाना चाहिए। उदाहरण के लिए, हालाँकि संस्थानों ने शोध किया है कि 'फ्लाई ऐश' लवणीय मिट्टी को पुनः प्राप्त करने में प्रभावी है और इसमें सूक्ष्म पोषक तत्व भी होते हैं, लेकिन इसे खेतों पर व्यापक रूप से लागू करने की आवश्यकता है क्योंकि अन्य विकल्प 'रॉक जिप्सम' की उपलब्धता सीमित है। यह महत्वपूर्ण है कि कृषि विज्ञान, मृदा विज्ञान, पादप रोग विज्ञान और कृषि इंजीनियर जैसे सभी कृषि विषय आज की तारीख में साइलो में काम करने के बजाय एक साथ मिलकर काम करें। संरक्षण कृषि, पर्यावरण नियंत्रण कृषि जैसी जलवायु अनुकूल पहलों में कृषि इंजीनियरों की सक्रिय भागीदारी की आवश्यकता है।

मिट्टी और पानी के इस व्यापक क्षेत्र में उद्योग का अभिसरण आवश्यक है। उदाहरण के लिए, जल पंप उद्योग सिंचाई अनुप्रयोग उपकरण उद्योग से अधिकतर स्वतंत्र रूप से काम करता है। भारतीय शोध संस्थानों को अधिकतर सरकार द्वारा वित्त पोषित किया जाता है जबकि अमेरिका और चीन सहित अधिकांश देशों में, उद्योग अधिकांश शोध को वित्त पोषित करता है। भारत में, वर्तमान में शोध संस्थान अपने समाधान प्रदर्शित करते हैं लेकिन उद्योग को लगता है कि वे व्यावसायिक रूप से व्यवहार्य या विपणन योग्य नहीं हैं। विकास को सुविधाजनक बनाने के लिए, कृषि उद्योगों को शोध संस्थानों और शिक्षाविदों के साथ मिलकर काम करना चाहिए।

सहयोग के लिए दोनों पक्षों की ओर से हिचकिचाहट है और इसे लगातार बातचीत से दूर किया जाना चाहिए। एक संभावना यह है कि संस्थानों के साथ विकसित परियोजनाओं में उद्योग के लिए विस्तारित कर सब्सिडी प्रदान की जाएँ। वैज्ञानिकों और प्रोफेसरों को उद्योग के साथ सहयोग करने का श्रेय दिया जाना चाहिए। वैज्ञानिकों के पेटेंट तब तक किसी काम के नहीं हैं जब तक कि उन्हें उद्योग द्वारा अपनाया न जाए और किसानों को वितरित न किया जाए। अकादमिक समुदाय को अकादमिक कार्यक्रमों के लिए पाठ्यक्रम तैयार करने में उद्योग को सम्मिलित करना चाहिए।

मृदा एवं जल संरक्षण इंजीनियरिंग के लिए आधुनिक उपकरण

एस.के. चौधरी

उप महानिदेशक (प्राकृतिक संसाधन प्रबंधन)
भारतीय कृषि अनुसंधान परिषद नई दिल्ली, भारत

भारत में, प्रति व्यक्ति मीठे पानी की उपलब्धता में कमी और भूजल स्तर में गिरावट, साथ ही बढ़ती जनसंख्या (2050 तक 1.6 बिलियन तक पहुंचने का अनुमान) के कारण कुशल जल प्रबंधन की आवश्यकता है। 2050 तक, प्रति व्यक्ति जल उपलब्धता कमी के स्तर (1000 उङ/वर्ष) से नीचे गिरने का अनुमान है, और भूमि जोत असंतुलित हो जाएगी (0.7 हेक्टेयर/व्यक्ति/वर्ष से कम)।

इसलिए, जैव प्रौद्योगिकी दृष्टिकोणों के साथ-साथ, भू-स्थानिक प्रौद्योगिकियों के माध्यम से कुशल जल प्रबंधन वर्तमान और भविष्य की पीढ़ियों के लिए खाद्य सुरक्षा और संधारणीय संसाधन उपयोग सुनिश्चित करने के लिए महत्वपूर्ण है। यह लेख सिंचाई प्रणालियों में एकीकृत जल प्रबंधन के लिए जीपीएस, जीआईएस और आर.एस. अनुप्रयोग पर केंद्रित है।

तालिका 1. भारत में क्षरित और बंजर भूमि का सुसंगत डेटा।

क्षरण का प्रकार	कृषि योग्य भूमि (Mha)	खुला जंगल (Mha)	डेटा स्रोत
जल अपरदन (>10 t/ha/year)	73.27	9.30	ICAR-IISWC
पवन अपरदन	12.40	—	ICAR-CAZRI
उप योग	85.67	9.30	
रासायनिक क्षरण			
विशेष रूप से नमक प्रभावित मिट्टी	5.44	—	ICAR-CSSRI, NBSS&LUP and NRSA, 2004
नमक प्रभावित और पानी से कटाव वाली मिट्टी	1.20	0.10	
विशेष रूप से अम्लीय मिट्टी #	5.09	—	
अम्लीय और पानी से कटाव वाली मिट्टी#	5.72	7.13	NBSS&LUP, 2005
उप योग	17.45	7.23	
भौतिक क्षरण			
खनन और औद्योगिक अपशिष्ट	0.19		Visual interpretation of satellite data, NRSA, 2003
स्थायी जल भराव $	0.88		
उप योग	1.07		
योग	104.19	16.53	
समग्र योग (कृषि योग्य एवं खुली भूमि)	120.72		

* Area with <40% tree canopy cover; # pH < 5.5 and areas under paddy and plantation crops were also included in the total acid soils; $ Sub-surface water logging is not considered.

स्रोतः Kumawat, A., Yadav, D., Samadharmam, K., Rashmi, I. (2020) Soil and Water Conservation Measures for Agricultural Sustainability in Eds: Meena, R.S. and Datta, R. Soil Moisture Importance, IntechOpen, London: 154 p. Available from: https://www.intechopen.com/books/8937 doi: 10.5772/intechopen.82898

मिट्टी और जल क्षरण

मिट्टी का क्षरण, पोषक तत्वों से भरपूर

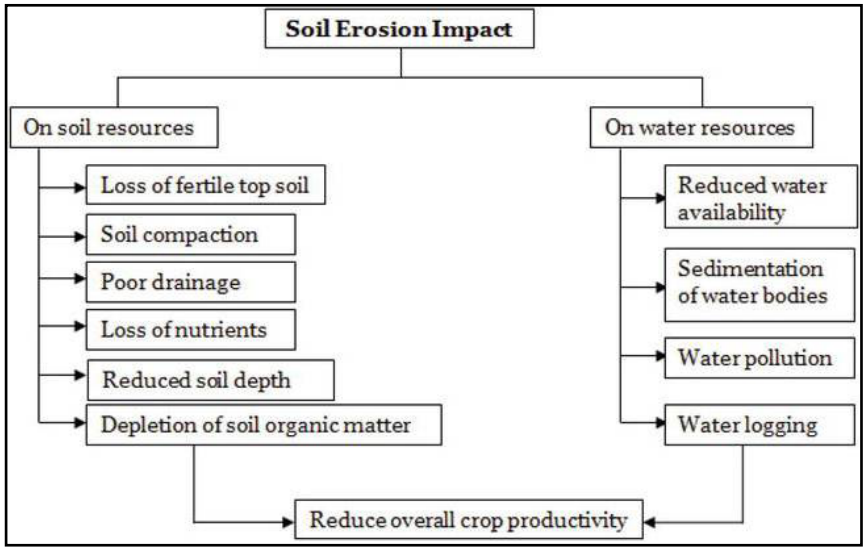
ऊपरी मिट्टी का हटना, भूवैज्ञानिक (प्राकृतिक अपक्षय) या त्वरित (मानव गतिविधि के कारण प्राकृतिक दरों से अधिक) के रूप में वर्गीकृत किया जाता है। असंवहनीय कृषि (काट-छांट, अतिचारण, गहन/दोषपूर्ण प्रथाएँ), वनों की कटाई और खनन जैसी मानवजनित गतिविधियाँ मिट्टी के क्षरण के प्रमुख कारण हैं, जिससे मिट्टी की उर्वरता और फसल उत्पादकता कम हो जाती है। जबकि पूर्ण उन्मूलन असंभव है, कृषि स्थिरता बनाए रखने के लिए क्षरण को कम किया जाना चाहिए।

पानी और हवा मिट्टी के क्षरण के प्राथमिक कारक हैं। वैश्विक स्तर पर, जल क्षरण 56 प्रतिशत (1100 मिलियन हेक्टेयर) और वायु क्षरण 28 प्रतिशत सभी क्षरित भूमि को प्रभावित करता है। अपवाह और हवा क्रमशः ढलान वाली/खाली और असुरक्षित भूमि से मिट्टी के कणों को हटाते हैं। अन्य क्षरण प्रक्रियाओं में संघनन, जलभराव, अम्लीकरण, क्षारीकरण और लवणीकरण सम्मिलित हैं, जो मूल सामग्री, जलवायु और प्रबंधन प्रथाओं से प्रभावित होते हैं। यह अध्याय विशेष रूप से जल क्षरण, इसके प्रकार, प्रक्रियाओं, कारकों और प्रबंधन पर केंद्रित है।

जल क्षरण, जो तीव्र वर्षा और विरल वनस्पति वाले शुष्क और अर्ध-शुष्क क्षेत्रों में भी प्रचलित है, में वर्षा, अपवाह, ओलावृष्टि और सिंचाई द्वारा मिट्टी के कणों का पृथक्करण, परिवहन और जमाव सम्मिलित है। वर्षा एक प्रमुख चालक है, जो मिट्टी के छिद्रों को बंद करने वाले कणों को अलग करती है, जिससे घुसपैठ कम होती है और अपवाह बढ़ता है। पृथक्करण और परिवहन प्राथमिक कटाव प्रक्रियाएँ हैं, जो मिट्टी के कटाव की मात्रा निर्धारित करती हैं, जबकि निक्षेपण इसके वितरण को निर्धारित करता है। जल कटाव के मुख्य रूप स्पलैश, शीट, रिल और गली कटाव हैं, साथ ही अन्य प्रकार जैसे खड्ड निर्माण, फिसलन, सुरंग, स्ट्रीमबैंक और तटीय कटाव भी हैं।

कृषि और वनाच्छादित जलग्रहण क्षेत्रों में मृदा अपरदन का प्रभाव

बढ़ी हुई मृदा अपरदन उपजाऊ ऊपरी मिट्टी और पोषक तत्वों को हटा देता है,



जिससे फसल की पैदावार कम हो जाती है, भूमि का क्षरण होता है और कृषि और वनाच्छादित जलग्रहण क्षेत्रों में भूभाग विकृत हो जाता है। अपरदन दर को प्रभावित करने वाले प्रमुख कारकों में मूल सामग्री, मृदा बनावट, ढलान की ढलान, वनस्पति आवरण, जुताई पद्धतियाँ और जलवायु सम्मिलित हैं। भारत का अनुमानित औसत वार्षिक मृदा नुकसान 16.4 टन प्रति हेक्टेयर है, जो कुल मिलाकर 5334 मिलियन टन प्रति वर्ष है, जिसमें 8.4 मिलियन टन पोषक तत्वों का हानि होती है। यह 12.0 टन प्रति हेक्टेयर की अनुमेय सीमा से अधिक है। अपरदित मिट्टी का 29 प्रतिशत समुद्र में चला जाता है, 61 प्रतिशत अपवाह द्वारा ले जाया जाता है, और 10 प्रतिशत जलाशयों में जमा हो जाता है।

मृदा कार्बनिक पदार्थ (एसओएम), जो मृदा के भौतिक, रासायनिक और जैविक गुणों के लिए महत्वपूर्ण है, में नाइट्रोजन (≈95 प्रतिशत) और फास्फोरस (25-50 प्रतिशत) की महत्वपूर्ण मात्रा होती है। कटाव से बची हुई मिट्टी की तुलना में 1.5-5 गुना अधिक एसओएम सामग्री वाली मिट्टी नष्ट हो जाती है, जिससे जैविक गतिविधि और जैव विविधता प्रभावित होती है। तीव्र और अनियमित वर्षा कटाव को बढ़ाती है, जिससे कृषि और वन जलग्रहण क्षेत्रों में पानी की घुसपैठ और वनस्पति की उपलब्धता कम हो जाती है। कुल मिलाकर, पानी और हवा का कटाव इन पारिस्थितिकी प्रणालियों की उत्पादक क्षमता को गंभीर रूप से कम कर देता है। मिट्टी और जल संसाधनों पर कटाव के व्यापक प्रभाव, जो अंततः कृषि उत्पादकता को कम करते हैं, चित्र 1 में दर्शाए गए हैं।

भूमि क्षरण को रोकने के लिए मिट्टी और जल संरक्षण उपाय

वन और कृषि जलग्रहण क्षेत्रों में मिट्टी के कटाव और जल संरक्षण को दो मुख्य विधियों से प्रबंधित किया जाता है: यांत्रिक (संरचनात्मक) और वनस्पति उपाय। जलग्रहण क्षेत्र के स्तरे पर भूमि की ढलान और खुरदरापन महत्वपूर्ण कारक हैं, जो पानी और तलछट की गति और जमाव को प्रभावित करते हैं। इसलिए, इन उपायों को लागू करने के लिए भूमि राहत और ढलान प्राथमिक विचार हैं। अध्ययनों से संकेत मिलता है कि तलछट नियंत्रण और जल संरक्षण के लिए संरचनात्मक संस्तुति ढलान में 5 प्रतिशत तक के बदलावों के साथ न्यूनतम रूप से भिन्न होती हैं।

तलछट उपज, जलग्रहण क्षेत्र से निकलने वाली अलग हुई मिट्टी की मात्रा (आउटलेट पर मापी गई या अनुभवजन्य समीकरणों या हाइड्रोलॉजिकल मॉडल का उपयोग करके गणना की गई), संरक्षण उपायों के चुनाव को भी महत्वपूर्ण रूप से प्रभावित करती है। तलछट का बहिर्वाह विभिन्न भू-आकृति विज्ञान प्रक्रियाओं से प्रभावित होता है और आंतरिक कटाव और जमाव चक्रों के कारण बेसिन के भीतर कुल कटाव से काफी कम हो सकता है। तलछट उपज को आम तौर

पर एक विशिष्ट अवधि में प्रति इकाई जल निकासी क्षेत्र में कुल तलछट मात्रा या द्रव्यमान के रूप में व्यक्त किया जाता है। हालांकि, अलग-अलग तूफानी घटनाओं (जैसे, 5-, 25-, 50-, या 100-वर्षीय घटनाओं) से उपज का अनुमान लगाना भी महत्वपूर्ण है। एकल-घटना की पैदावार प्रायः औसत वार्षिक मूल्यों से काफी अधिक हो सकती है।

वाटरशेड विशेषताओं (मिट्टी, भूविज्ञान, राहत, जलवायु, वनस्पति, मिट्टी की नमी, कार्बनिक पदार्थ, बायोटा, वर्षा, जल निकासी घनत्व, चैनल आकृति विज्ञान और मानव प्रभाव) में स्थानिक और लौकिक भिन्नताएं तलछट उपज अनुमान को जटिल और चुनौतीपूर्ण बनाती हैं। प्रमुख प्रक्रियाएं क्षेत्रों के बीच काफी भिन्न हो सकती हैं और समय के साथ बदल सकती हैं। तलछट परिवहन मॉडल के लिए अनाज के आकार के वितरण और घटना-विशिष्ट तलछट उपज का अनुमान लगाना और भी जटिलता जोड़ता है। जीआईएस उपकरण और हाइड्रोलॉजिकल विश्लेषण के साथ-साथ निर्णय समर्थन प्रणाली, उपयुक्त मिट्टी और जल संरक्षण संरचनाओं का चयन करने और फसल जल उत्पादकता को बढ़ाने में सहायता कर सकती है।

मृदा एवं जल संरक्षण अनुसंधान में हाल के रुझान

हाल के विकासों से जल उपयोग दक्षता में सुधार, मृदा स्वास्थ्य में वृद्धि और मृदा अपरदन में कमी, जलवायु परिवर्तन के प्रति लचीलापन, जैव विविधता संरक्षण, सतत भूमि उपयोग, बाढ़ और जल प्रदूषण में कमी, लागत प्रभावी और दीर्घकालिक समाधान, कृषि उत्पादकता में सुधार, आर्थिक और सामाजिक लाभ के साथ-साथ आधुनिक प्रौद्योगिकी के उपयोग में लाभ हुआ है। हालाँकि, इस तरह के विकास की सीमाएँ हैं और उच्च प्रारंभिक लागत, जागरूकता और शिक्षा की कमी, तकनीकी विशेषज्ञता, जलवायु परिवर्तनशीलता, दीर्घकालिक रखरखाव, परस्पर विरोधी हित और हितधारक समन्वय, डेटा की उपलब्धता और इसकी गुणवत्ता, नीति और नियामक बाधाएँ आदि के संदर्भ में चुनौतियाँ हैं। हाल के कुछ विकास इस प्रकार हैं:

स्मार्ट सिंचाई प्रौद्योगिकियाँ: मृदा और जल संरक्षण इंजीनियरिंग में एक प्रमुख विकास, स्मार्ट सिंचाई प्रणाली खेती के कार्यों में पानी का अधिकतम उपयोग करती है। ये प्रणालियाँ फसल की पैदावार बढ़ाने, पानी की बर्बादी को कम करने और पर्यावरणीय स्थिरता को ध्यान में रखते हुए सिंचाई दक्षता में सुधार करने के लिए प्रौद्योगिकी का उपयोग करती हैं। स्मार्ट सिंचाई प्रणालियों में निम्नलिखित कुछ महत्वपूर्ण विशेषताएं और उन्नति हैं जैसे सेंसर-आधारित सिंचाई (मृदा नमी सेंसर, मौसम सेंसर, वाष्पोत्सर्जन (ईटी) सेंसर), स्वचालित नियंत्रण प्रणाली (केंद्रीकृत नियंत्रण प्रणाली, प्रोग्राम करने योग्य टाइमर), जल उपयोग दक्षता (ड्रिप सिंचाई, उपसतह ड्रिप सिंचाई (एसडीआई), परिवर्तनीय दर सिंचाई (वीआरआई)), जलवायु और पर्यावरण डेटा के साथ एकीकरण (रिमोट सेंसिंग और सैटेलाइट इमेजरी, मौसम पूर्वानुमान एकीकरण), एआई और मशीन लर्निंग (पूर्वानुमानित विश्लेषण, स्वचालित निर्णय लेना), क्लाउड-आधारित प्रबंधन (डेटा संग्रह और रिमोट मॉनिटरिंग, डेटा विजुअलाइजेशन और रिपोर्टिंग), जल संरक्षण और पर्यावरणीय प्रभाव (पानी की बर्बादी में कमी, सतत कृषि)।

मृदा नमी लेखांकन और प्रबंधन: मृदा और जल संरक्षण इंजीनियरिंग के साथ-साथ संधारणीय कृषि विधियों का एक आवश्यक घटक मृदा नमी प्रबंधन है। फसल स्वास्थ्य और जल संरक्षण के लिए, विशेष रूप से पानी की कमी वाले क्षेत्रों में, उचित मृदा नमी प्रबंधन यह सुनिश्चित करने में मदद करता है कि पौधों को पर्याप्त पानी मिले और पानी की बर्बादी कम हो। मृदा की उर्वरता बढ़ाने और कटाव की संभावना को कम करने के अलावा, कुशल मृदा नमी प्रबंधन से कुल भूमि उत्पादन भी बढ़ता है। कुछ उपकरण और प्रौद्योगिकियां हैः- मृदा नमी सेंसर और निगरानी प्रौद्योगिकियां (टेन्सियोमीटर, कैपेसिटेंस सेंसर, टाइम-डोमेन रिफ्लेक्टोमेट्री (टीडीआर), वायरलेस सेंसर और आईओटी एकीकरण), रिमोट सेंसिंग और सैटेलाइट प्रौद्योगिकी (सैटेलाइट इमेजरी, ड्रोन और यूएवी) का उपयोग, जल प्रतिधारण तकनीकें (हाइड्रोजेल, वाष्पीकरण दमनकारी और सुपरअब्जॉर्बेंट पॉलिमर, जल-धारण मृदा संशोधन), सिंचाई प्रबंधन (स्मार्ट सिंचाई प्रणाली, उपसतह ड्रिप सिंचाई (एसडीआई), वर्षा जल संचयन), मल्चिंग के माध्यम से मृदा नमी प्रतिधारण (कार्बनिक मल्च, प्लास्टिक मल्च), मृदा संरचना और जल घुसपैठ ((एआईध्एमएल तकनीकों का उपयोग करके मिट्टी की नमी गतिशीलता मॉडलिंग), भूजल ।

कटाव नियंत्रण तकनीकें: मिट्टी के कटाव को रोकने के लिए, कुछ प्रौद्योगिकियां हैं वनस्पति कटाव नियंत्रण (कवर फसल, घास वाले जलमार्ग, रिपेरियन बफर), भौतिक और संरचनात्मक कटाव नियंत्रण (टेरेसिंग, चेक डैम और रिटेनिंग वॉल, गैबियन, गाद बाड़), मल्चिंग (कार्बनिक मल्च, हाइड्रोलिक मल्चिंग), भू-वस्त्र और अन्य सामग्रियों के साथ मिट्टी स्थिरीकरण (भू-वस्त्र, कटाव नियंत्रण मैट, मिट्टी बांधने वाले और स्टेबलाइजर), जल प्रबंधन तकनीकें (समोच्च जुताई और खेती, घुसपैठ खाइयां, डायवर्सन खाई), बायोइंजीनियरिंग तकनीकें (आधा चंद्रमा टेरेस, छोटे गड्ढे, वृक्षारोपण और कृषि वानिकी), गली प्लगिंग और स्ट्रीमबैंक संरक्षण, वनस्पति और संरचनात्मक संयोजन, जल संसाधनों को पारिस्थितिक रूप से जागरूक विधियों से इकट्ठा करने, संग्रहीत करने और प्रबंधित करने की तकनीकों को संधारणीय जल संचयन प्रथाओं के रूप में जाना जाता है। इन विधियों का उद्देश्य पारिस्थितिकी तंत्र और प्राकृतिक जल चक्रों पर प्रभाव को कम करते हुए जल दक्षता को अधिकतम करना है। कुछ प्रथाओं में सम्मिलित हैंरू वर्षा जल संचयन (छत-ऊपर संचयन, वर्षा जल संचयन गड्ढे या टंकी, कृषि क्षेत्रों में वर्षा जल संचयन), सतही जल संचयन (तालाब और जलाशय, चेक डैम और मिट्टी के बांध, नाले और खाइयां), भूजल पुनर्भरण और प्रबंधन (पुनर्भरण गड्ढे और खाइयां, घुसपैठ गैलरी, प्रबंधित जलभृत पुनर्भरण (एमएआर)), जल संरक्षण और दक्षता उपाय (ड्रिप/ड्रिप टेप/उप सतह ड्रिप सिंचाई प्रणाली, स्प्रिंकलर सिंचाई, जल-बचत प्रौद्योगिकियां), कंटूरिंग और भूमि प्रबंधन (कंटूर जुताई और सीढ़ीनुमा खेती, कृषि वानिकी, कवर फसल), विलवणीकरण और जल पुनर्चक्रण (विलवणीकरण, अपशिष्ट जल पुनर्चक्रण), लघु-स्तरीय कृषि के

लिए वर्षा जल संचयन (सूक्ष्म जलग्रहण प्रणाली, उभरी हुई क्यारियों के साथ जल संचयन), एकीकृत जल संसाधन प्रबंधन (आईडब्ल्यूआरएम) समुदाय-आधारित जल संचयन परियोजनाएं), जलवायु परिवर्तन के प्रति लचीलापन बनाना (जलवायु-स्मार्ट जल संचयन, वाटरशेडों का जीर्णोद्धार), शहरी जल संचयन (हरित छतें, शहरी तालाब और झीलें, पारगम्य फुटपाथ)य खेत के तालाबों की नैनो-मिट्टी और मिश्रित रबर सामग्री की परत।

मृदा कार्बन पृथक्करणः भौतिक, रासायनिक और जैविक प्रक्रियाओं के माध्यम से मिट्टी में वायुमंडलीय कार्बन डाइऑक्साइड को अवशोषित करने और बनाए रखने की प्रक्रिया को मृदा कार्बन पृथक्करण के रूप में जाना जाता है। ग्लोबल वार्मिंग के प्राथमिक कारण कार्बन डाइऑक्साइड की वायुमंडलीय सांद्रता को कम करके, यह तकनीक जलवायु परिवर्तन को सीमित करने के लिए आवश्यक है। मृदा कार्बन पृथक्करण को बढ़ाने के कुछ अभ्यास हैं, कम या बिना जुताई वाली खेती, कवर क्रॉपिंग, कृषि वानिकी, कार्बनिक पदार्थ मिलाना (खाद बनाना)।

जलवायु स्मार्ट जल प्रबंधनः जल संसाधनों को इस तरह से प्रबंधित करने की एकीकृत विधि जो जल उपयोग के मामले में कुशल हो और जलवायु परिवर्तन के प्रभावों के अनुकूल हो, साथ ही सतत विकास और जल सुरक्षा के अधिक सामान्य उद्देश्यों को भी पूरा करे, उसे जलवायु-स्मार्ट जल प्रबंधन(सीएसडब्ल्यूएम) के रूप में जाना जाता है। सूखे, बाढ़ और अनियमित वर्षा में वृद्धि सहित जलवायु पैटर्न में बदलाव को ध्यान में रखते हुए, यह रणनीति यह सुनिश्चित करने में सहायता करती है कि जल संसाधनों का प्रबंधन इस तरह से किया जाए जो पारिस्थितिकी तंत्र, अर्थव्यवस्थाओं और समुदायों को बनाए रख सके। सीएसडब्ल्यूएम के घटक हैं: कुशल सिंचाई प्रणाली, जल-कुशल प्रौद्योगिकियाँ, ग्रे वाटर रिसाइकिलिंग,

रिसाव का पता लगाना और मरम्मत, बाढ़ प्रबंधन, सूखा प्रबंधन, उन्नत मौसम और जलवायु पूर्वानुमान, आर्द्रभूमि बहाली और संरक्षण, वाटरशेड प्रबंधन, कृषि विज्ञान और हरित अवसंरचना, क्रॉस-सेक्टर समन्वय, जल आवंटन और शासन, सामुदायिक भागीदारी, स्मार्ट जल मीटर और आईओटी सक्षम समाधान, विलवणीकरण, क्लाउड-आधारित जल प्रबंधन प्रणाली, भूजल का कृत्रिम पुनर्भरण।

एकीकृत वाटरशेड प्रबंधन (आईडब्लूएम): वाटरशेड के संसाधनों के प्रबंधन के लिए एक व्यापक रणनीति, एकीकृत वाटरशेड प्रबंधन (आईडब्लूएम) भूमि, जल और संबंधित पारिस्थितिकी तंत्रों के संरक्षण और संधारणीय उपयोग पर जोर देता है। यह सुनिश्चित करने के लिए कि पर्यावरण संरक्षण, सामाजिक सामंजस्य और आर्थिक विकास को बढ़ावा देते हुए प्राकृतिक संसाधनों का प्रभावी और निष्पक्ष प्रबंधन किया जाता है, आईडब्लूएम हितधारकों (सरकारी संगठन, स्थानीय समुदाय, पर्यावरण संगठन, आदि) के बीच सहयोग पर जोर देता है। आईडब्लूएम के प्रमुख घटक हैं जल संसाधन प्रबंधन (जल आवंटन, जल गुणवत्ता निगरानी, वाटरशेड जल विज्ञान), मृदा संरक्षण (कटाव नियंत्रण, संधारणीय कृषि पद्धतियाँ), वनस्पति और वन प्रबंधन (वनीकरण और पुनर्वनीकरण, रिपेरियन बफर जोन), सामुदायिक भागीदारी और शासन (हितधारक भागीदारी, क्षमता निर्माण), निगरानी और डेटा संग्रह (भू-स्थानिक प्रौद्योगिकियाँ, जल विज्ञान मॉडलिंग, जलवायु डेटा अधिग्रहण और आत्मसात)।

भारत में मृदा और जल संरक्षण इंजीनियरिंग में हाल के विकास का भविष्य आशाजनक दिखता है, जो प्रौद्योगिकी में प्रगति, सरकारी पहल और पर्यावरणीय स्थिरता के बारे में बढ़ती जागरूकता से प्रेरित है।

निष्कर्ष

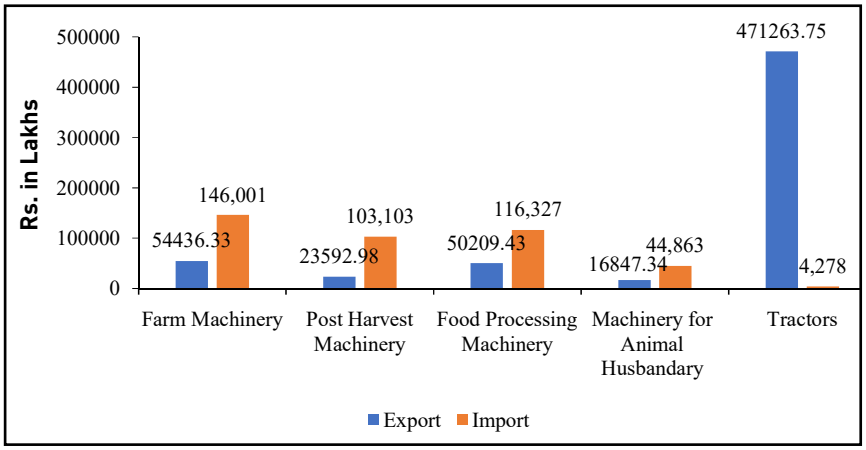
वाटरशेड प्रणाली में मिट्टी-पानी-वनस्पति संसाधनों का एकीकृत प्रबंधन न केवल भोजन, फाइबर, चारा, मछली और ईंधन संसाधनों के मामले में इसकी उत्पादकता बढ़ाता है बल्कि वाटरशेड की पारिस्थितिकी

और स्वास्थ्य को भी बढ़ाता है। इसे पूरा करने के लिए, पहला कदम वाटरशेड में मिट्टी और जल संरक्षण उपायों के उपयुक्त स्थान की पहचान करना है, इसके बाद अपवाह और तलछट उत्पादन दर, अपवाह की मात्रा के अलावा चित्रित वाटरशेड प्रणालियों में इसकी स्थानिक-लौकिक परिवर्तनशीलता का परिमाणीकरण करना है। इसे पूरा करने के लिए, भू-स्थानिक उपकरण (जीपीएस, जीआईएस, आरएस) और मॉडलिंग तकनीकों के साथ-साथ निर्णय समर्थन प्रणाली का उपयोग वाटरशेड प्रणालियों से सतही अपवाह और तलछट के उत्पादन को प्रभावित करने वाले भू-आकृति विज्ञान, मिट्टी, पानी और वनस्पति से संबंधित मापदंडों के डेटा अधिग्रहण, विश्लेषण और व्याख्या के लिए किया जा सकता है। प्रधानमंत्री कृषि सिंचाई योजना (पीएमकेएसवाई), मृदा स्वास्थ्य कार्ड के माध्यम से मृदा स्वास्थ्य प्रबंधन, राष्ट्रीय जलग्रहण प्रबंधन परियोजना (एनडब्ल्यूएमपी), एमओजेएस द्वारा कैच द रेन (सीटीआर) पहल, अटल भूजल योजना (एबीवाई), डिजिटल कृषि आदि भी देश में मृदा और जल संरक्षण गतिविधियों को पूरा करने में सहायक हैं। ऐसी गतिविधियाँ और जलग्रहण प्रणाली में इसके उपयुक्त कार्यान्वयन से क्षेत्र के पारिस्थितिकी तंत्र और स्वास्थ्य में सुधार होगा जिससे हितधारकों की सामाजिक-आर्थिक स्थिति में सुधार होगा। इस तरह की अवधारणाओं, विधियों और प्रौद्योगिकियों को इसके लाभों को बढ़ाने और वानिकी और कृषि पारिस्थितिकी प्रणालियों में स्थिरता प्राप्त करने के लिए विभिन्न जलग्रहण क्षेत्रों में दोहराया जाना चाहिए।

कृषि मशीनरी के निर्यात और आयात का विश्लेषण

(अप्रैल-सितंबर 2024-25)

अप्रैल-सितंबर 2024-25 के मध्य कृषि मशीनरी के निर्यात और आयात के आंकड़ों से ट्रैक्टरों के एक प्रमुख निर्यातक के रूप में भारत की स्थिति पर प्रकाश पड़ता है, लेकिन कई अन्य मशीनरी श्रेणियों में आयात पर निर्भरता का भी पता चलता है। यह विश्लेषण प्रमुख मशीनरी खंडों के प्रदर्शन के बारे में जानकारी प्रदान करता है।



चित्र. 1 अप्रैल-सितंबर 2024-25 के मध्य कृषि मशीनरी के लिए निर्यात और आयात डेटा

भारत का ट्रैक्टर निर्यात मशीनरी व्यापार पर हावी है, जिसका निर्यात मूल्य 4,71,263.75 लाख है, जो कुल निर्यात में 0.2647 प्रतिशत का योगदान देता है। इस अवधि के दौरान कुल 55,720 इकाइयों का निर्यात किया गया। इसके विपरीत, ट्रैक्टर आयात नगण्य था, जो 2,990 इकाइयों के लिए केवल 4,278.13 लाख था।

कृषि मशीनरी श्रेणी में, मशीनरी की 9,84,160 इकाइयों के लिए निर्यात 54,436.33 लाख तक पहुँच गया, जबकि आयात 37,48,610 इकाइयों के लिए 1,46,001.4 लाख पर काफी अधिक था। इसी तरह, पुर्जों का निर्यात 84,788.08 लाख रुपये रहा, जबकि आयात 94,968.2 लाख रुपये रहा। कटाई के बाद की मशीनरी सेगमेंट में उल्लेखनीय व्यापार घाटा देखने को मिला। 1,64,180 इकाइयों के लिए मशीनरी का निर्यात 23,592.98 लाख रुपये रहा, जबकि आयात 1,45,890 इकाइयों के लिए 1,03,103.13 लाख रुपये रहा। पुर्जों के सेगमेंट में भी यही पैटर्न देखने को मिला, जिसमें 10,300.56 लाख रुपये के आयात की तुलना में 17,665.52 लाख रुपये का निर्यात हुआ। खाद्य प्रसंस्करण मशीनरी सेगमेंट में 2,03,180 इकाइयों के लिए 50,209.43 लाख रुपये का निर्यात हुआ, जबकि 1,35,300 इकाइयों के लिए 1,16,326.72 लाख रुपये का आयात हुआ। पुर्जों का निर्यात 37,380.33 लाख रुपये रहा, जबकि आयात 29,342.11 लाख रुपये रहा। पशुपालन के लिए मशीनरी सेगमेंट निर्यात और आयात दोनों के मामले में व्यापार में सबसे छोटा योगदानकर्ता बना हुआ है। मशीनरी निर्यात 4,46,580 इकाइयों के लिए कुल 16,847.34 लाख रुपये रहा, जबकि आयात 6,45,580 इकाइयों के लिए 44,863.13 लाख रुपये रहा। पुर्जों का निर्यात और आयात साधारण रहा, जो क्रमशः 2,665.16 लाख रुपये और 3,913.02 लाख रुपये रहा।

जल संरक्षण और प्रबंधन के लिए सटीक कृषि

विभा धवन

महानिदेशक

पृष्ठभूमि:

"दुनिया प्यासी है क्योंकि वह भूखी है', (1) संयुक्त राष्ट्र के खाद्य और कृषि संगठन द्वारा प्रकाशित एक क्लासिक इन्फो-ग्राफिक्स कृषि में पानी की भूमिका को सही ढंग से सारांशित करता है। एक अनुमान के अनुसार, प्रत्येक दिन एक व्यक्ति के लिए भोजन का उत्पादन करने के लिए 3000 लीटर पानी की आवश्यकता होती है, और इसलिए यह आश्चर्य की बात नहीं है कि दुनिया में कुल पानी का लगभग 70 प्रतिशत कृषि के लिए उपयोग किया जा रहा है (1)। लगातार बढ़ती जनसंख्याआबादीजनसंख्या के लिए खाद्य सुरक्षा अधिक से अधिक पानी की मांगमाँग करती है। हम कैसे संरक्षण, प्रबंधन और क्षतिपूर्ति करते हैं? यह लेख विस्तार से उसी पर प्रकाश डालता है।

जल संकट का प्रभाव:

आजकल नित्यप्रति जीवन रोजमर्रा की जिंदगी में पानी का तनाव वास्तविक है। डब्ल्यूआरआई के एक्वाडक्ट वाटर रिस्क एटलस ने इस बात पर प्रकाश डाला है कि दुनिया की कम से कम 50 प्रतिशत जनसंख्याजनसंख्या साल में कम से कम एक महीने के लिए पानी के तनाव में रहती है, और भारत 25 अत्यधिक उच्च जोखिम वाले देशों में से एक है (2)। भारतीय अर्थव्यवस्था की रीढ़ कृषि है जो 42.3 प्रतिशत आबादीजनसंख्या की आजीविका और देश के सकल घरेलू

उत्पाद में 18.2 प्रतिशत का योगदान देती है (3)। लगातार बढ़ती जनसंख्या और सीमित जल संसाधनों के साथ स्थिति और भी खराब हो सकती है जब तक कि हम वैकल्पिक हस्तक्षेप और नए जमाने की तकनीकों को प्राथमिकता पर लागू न करें। जल संकट को हल करने की लागत आती है, और वर्तमान में यह सकल घरेलू उत्पाद का लगभग 1 प्रतिशत है (2)। अनुकूलन पर वैश्विक आयोग के अनुसार, यदि जमीनी स्तर पर बेहतर जल प्रबंधन रणनीतियां लागू नहीं की जाती हैं, तो उक्त लागत 2050 तक भारत, चीन और मध्य एशिया में 7 से 12 प्रतिशत और अफ्रीका में 6 प्रतिशत तक बढ़ सकती है (4)।

नवाचार/प्रौद्योगिकियाँ:

जब संकट दरवाजे पर होता है, तो हमारे कार्य प्रतीक्षा नहीं कर सकते! जल शक्ति मंत्रालय, भारत सरकार, विश्व आर्थिक मंच और संयुक्त राष्ट्र जैसी राष्ट्रीय और अंतर्राष्ट्रीय एजेंसियाँ पिछले कुछ समय से नई तकनीकों के अनुकूलन सहित त्वरित कार्रवाई का समर्थन की वकालत कर रही हैं (5-6)। कुछ प्रमुख तकनीकों में प्रिंसटन विश्वविद्यालय के शोधकर्ताओं द्वारा आविष्कृत सौर अवशोषक जेल, विशेष रूप से मध्य पूर्व में तैनात विलवणीकरण तकनीक, विलवणीकरण, निस्पंदन और जल उपचार के लिए नैनो तकनीक, तेल और अन्य हाइड्रोकार्बन जैसे प्रदूषकों को कम करने के लिए जैव-संवर्धन, नासा द्वारा विकसित ध्वनिक कार्बन नैनोट्यूब तकनीक, द एनर्जी एंड रिसोर्सेज इंस्टीट्यूट (टीईआरआई) द्वारा विकसित टीएएक्सओ तकनीक जैसी फोटो-कैटेलिटिक जल शोधन, स्वचालित चर निस्पंदन तकनीक (7-8) सम्मिलित हैं। ऊपर बताई गई अधिकांश तकनीकें अपशिष्ट जल के प्रबंधन और पुनर्चक्रण के लिए उपयोगी हैं, जबकि विलवणीकरण जैसी तकनीकें हमारे दैनिक उपयोग और कृषि के लिए पानी के अतिरिक्त स्रोत उत्पन्न कर सकती हैं। जल संरक्षण या पानी के विवेकपूर्ण उपयोग के लिए हमारी मानसिकता/जागरूकता में तेजी से बदलाव की जरूरत है।

"**जल शक्ति अभियान:** कैच द रेन" भारत सरकार द्वारा (2019 में आरम्भ

की गई) एक पहल है जिसके अंतर्गत (एक) वर्षा जल संचयन संरचनाओं (आरडब्ल्यूएचएस) का निर्माण, (दो) मौजूदा जल निकायों की जियो-टैगिंग और सूची बनाना, (तीन) वनरोपण, (चार) जल शक्ति केंद्रों की स्थापना, (पांच) बंद पड़े बोरवेलों को पुनर्जीवित करना, (छह) पहाड़ी क्षेत्रों में बर्फ की कटाई करना और (सात) छोटी नदियों का पुनरोद्धार करना, (आठ) अपशिष्ट जल प्रबंधन और (नौ) वैज्ञानिक जल संरक्षण योजनाओं की तैयारी करना (6),। जल संसाधन, नदी विकास और गंगा संरक्षण विभाग, जल शक्ति मंत्रालय के अनुसार 2021-26 के लिए 93,068 करोड़ के परिव्यय के साथ प्रधानमंत्री कृषि सिंचाई योजना (पीएमकेएसवाई) के माध्यम से 22 लाख किसानों को लाभ मिलेगा (9)। वर्ष 2016-17 और 2021-22 के मध्यदौरान प्राथमिकता वाली परियोजनाओं के माध्यम से सिंचाई क्षमता का लगभग 70.31 प्रतिशत (34.63 लाख हेक्टेयर में से 24.35 लाख हेक्टेयर) प्राप्त किया गया है (9)। वर्ष 2022 में, जल संसाधन विभाग के अंतर्गत जल उपयोग दक्षता ब्यूरो (बीडब्ल्यूयूई) की स्थापना "सिंचाई, औद्योगिक और घरेलू क्षेत्र में जल के कुशल उपयोग को बढ़ावा देने, विनियमन और नियंत्रण के लिए" की गई है (9)।

कृषि के लिए जल प्रबंधन में चुनौतियाँ:

कई पहलों और नवाचारों के बावजूद भी, चुनौतियाँ बहुत हैं, खासकर कृषि में जो उपलब्ध जल का अधिकतम उपयोग करती है। जल सुरक्षा के लिए खतरा प्रत्यक्ष/पारंपरिक या अप्रत्यक्ष/गैर-पारंपरिक हो सकता है। पारंपरिक विषयमुद्दे आम तौर पर आपूर्ति और मांगमाँग के अंतर से संबंधित होते हैंय जबकि गैर-पारंपरिक मुद्दे कृषि, पर्यावरण, ऊर्जा और स्वास्थ्य/स्वच्छता जैसे क्षेत्रों के साथ अंतर-संबंधों के कारण उत्पन्न होते हैं।

कृषि में जल प्रबंधन रणनीतियों के अनुकूलन से संबंधित इनमें से कुछ मुद्दों पर नीचे प्रकाश डाला गया है।

1. सिंचाई का अनुचित प्रबंधन: सतही/बाढ़ सिंचाई भारत सहित दुनिया भर में प्रयोग की जाने वाली सबसे आम तकनीक है। एफएओ के अनुसार, सतही सिंचाई (सीमा, फरो और बेसिन) की क्षेत्र अनुप्रयोग दक्षता 60 प्रतिशत है, जबकि स्प्रिंकलर और ड्रिप सिंचाई की दक्षता क्रमशः 75 और 90 प्रतिशत है (11)। सतही सिंचाई मुख्य रूप से अपवाह और वाष्पीकरण के कारण जल कुशल नहीं है। इसलिए सीमांत किसानों द्वारा भी जल-कुशल सिंचाई तकनीकों को अपनाना महत्वपूर्ण है।

2. भूजल की कमी: तेजी से शहरीकरण ने भारत के अधिकांश शहरों में पानी की कमी उत्पन्न कर दी है। शहरी क्षेत्रों में, पानी की माँग का लगभग 40 प्रतिशत भूजल के माध्यम से आपूर्ति की जाती है (10)। जिससे प्रत्येक वर्ष भूजल स्तर में 2 से 3 मीटर की कमी आती है। इसलिए भूजल को रिचार्ज करना प्राथमिकता है परिणामस्वरूप, दूरदराज या ग्रामीण क्षेत्रों में ऐसी तकनीकों की तैनाती चुनौतीपूर्ण है। उदाहरण के लिए, ड्रिप सिंचाई जैसी तकनीकें खेत पर जल उपयोग दक्षता में सुधार कर सकती हैं, लेकिन किसानों के दृष्टिकोण से तैनाती की लागत अधिक है (45,000 से 60,000 प्रति एकड़) (12)। भारत सरकार द्वारा विभिन्न सब्सिडी योजनाएं (प्रति बूंद अधिक फसल (पीडीएमसी) की केंद्र प्रायोजित योजना (सीएसएस) के माध्यम से 45 से 55 प्रतिशत) ऐसे उद्देश्यों के लिए उपलब्ध हैं (12-13)। डीपीएपी-सूखा प्रवण क्षेत्र कार्यक्रम, डीडीपी-रेगिस्तान विकास कार्यक्रम, एनई एंड एच राज्य - उत्तर पूर्वी और हिमालयी राज्य (12) जैसी योजनाओं के माध्यम से विभिन्न राज्य सरकारों द्वारा अतिरिक्त 10 प्रतिशत सहायता भी दी जाती है। हालांकि, जमीनी स्तर पर जागरूकता अभी भी विशेष रूप से ग्रामीण क्षेत्रों में सीमांत किसानों के लिए गायब है।

3. ऊर्जा और लागत-कुशल प्रौद्योगिकियों की तैनाती: जल पुनर्चक्रण और पुनः उपयोग के लिए उपलब्ध अधिकांश प्रौद्योगिकियां या तो ऊर्जा गहन हैं या लागत प्रभावी नहीं हैं। नतीजतन, दूरदराज या ग्रामीण क्षेत्रों में ऐसी प्रौद्योगिकियों की तैनाती

चुनौतीपूर्ण है। उदाहरण के लिए, ड्रिप सिंचाई जैसी प्रौद्योगिकियां खेत पर जल उपयोग दक्षता में सुधार कर सकती हैं, लेकिन किसानों के दृष्टिकोण से इनकी तैनाती की लागत अधिक (45,000 से 60,000 प्रति एकड़) (12) है। भारत सरकार द्वारा विभिन्न सब्सिडी योजनाएं (प्रति बूंद अधिक फसल (पीडीएमसी) की केंद्र प्रायोजित योजना (सीएसएस) के माध्यम से 45 से 55 प्रतिशत) ऐसे उद्देश्यों के लिए उपलब्ध हैं (12-13)। डीपीएपी-सूखा प्रवण क्षेत्र कार्यक्रम, डीडीपी-रेगिस्तान विकास कार्यक्रम, एनई एंड एच राज्य दृ पूर्वोत्तर और हिमालयी राज्य (12) जैसी योजनाओं के माध्यम से विभिन्न राज्य सरकारों द्वारा अतिरिक्त 10 प्रतिशत सहायता भी दी जाती है। हालाँकि, जमीनी स्तर पर जागरूकता अभी भी नहीं गायब है, विशेष रूप से ग्रामीण क्षेत्रों में सीमांत किसानों के लिए, जिनके बारे में नीचे विस्तार से बताया गया है।

4. प्रौद्योगिकी जागरूकता, प्रचार और अपनाना: सामान्य तौर पर, भारत में कृषि को बहुत पारंपरिक माना जाता है। प्रथाओं के पैकेज में कोई भी बदलाव और नई तकनीकों को अपनाने की कृषि स्तर पर बहुत मामूली स्वीकृति है, न केवल जागरूकता के विषयोंमुद्दों के कारण, बल्कि उचित ऋण या जोखिम शमन तंत्र तक पहुंच के कारण ताकि किसानों को कम से कम आरम्भिकशुरुआती वर्षों के लिए क्षतिपूर्तिमुआवजा दीया जा सके यदि प्रौद्योगिकियां अपेक्षाओं पर खरी नहीं उतरती हैं (14)। जलवायु परिस्थितियों में गतिशील परिवर्तन कुछ मामलों में स्थानीय या क्षेत्र-विशिष्ट संस्तुतियों की माँग करते हैं। उदाहरण के लिए, पंजाब और हरियाणा पर एक हालिया रिपोर्ट (15) ने कम पानी वाली फसलों को बढ़ावा देने के लिए पारंपरिक खेती विधियोंके तरीकों में भारी बदलाव का समर्थन किया हैकी वकालत की। सब्सिडी संरचना पर फिर से काम करना, सार्वजनिक निजी भागीदारी को बढ़ावा देना, कृषि-वानिकी मॉडल को लोकप्रिय बनाना और क्लस्टर विकास को तेजी से नीति अपनाने के लिए सुझाव दिया गया है। कृषि संस्थानों सहित विभिन्न तंत्रों के माध्यम से समान नीति संस्तुतियों के बारे में जागरूकता को बढ़ावा दिया जा सकता है ताकि पर्यावरणीय लाभों को तेजी से अनुभव किया जा सके। जल संरक्षण में परिशुद्धता कृषि की भूमिकारू परिशुद्धता कृषि जल संरक्षण और टिकाऊ खाद्य उत्पादन का एक अभिन्न अंग है जिसे दुनिया काफी समय से अपना रही है। जल संरक्षण तकनीकों के क्रियान्वयन से जुड़ी प्राथमिक चुनौतियों पर ऊपर चर्चा की गई है। जमीनी स्तर पर जागरूकता के साथ-साथ संसाधनों और उपकरणों का प्रभावी तरीके से एकीकृत और वैज्ञानिक प्रबंधन महत्वपूर्ण होगा। इन अतिरिक्त उपकरणों में सम्मिलित हैं (16) ।

जल संरक्षण में परिशुद्धता कृषि की भूमिका:

परिशुद्धता कृषि जल संरक्षण और संधारणीय खाद्य उत्पादन का एक अभिन्न अंग है, जिस पर दुनिया काफी समय से काम कर रही है। जल संरक्षण तकनीकों के कार्यान्वयन से जुड़ी प्राथमिक चुनौतियों पर ऊपर चर्चा की गई है। संसाधनों और उपकरणों का प्रभावी विधितरीके से एकीकृत और वैज्ञानिक प्रबंधन जमीनी स्तर पर जागरूकता के साथ महत्वपूर्ण होगा। इन अतिरिक्त उपकरणों में शामिल हैं (16) ।

1. जहाँ भी उपलब्ध हो, सूखा-, लवण- और क्षार-प्रतिरोधी फसल किस्म का चयन किया जा सकता है। स्थानीय फसल प्रजातियोंकिस्मों का आईसीएआर-कृषि विज्ञान केंद्रों द्वारा प्रदर्शन के लिए परीक्षण किया जाना चाहिए और प्रदर्शन के आधार पर क्षेत्र के किसानों को प्रदान किया जाना चाहिए। अतिरिक्त शोध, विशेष रूप से आनुवंशिक इंजीनियरिंग और मार्कर असिस्टेड सिलेक्शन (एमएएस) ऐसी और अधिक क्षेत्र-विशिष्ट किस्में बना सकते हैं। उन्नत आणविक प्रौद्योगिकियों के साथ पारंपरिक पौध प्रसार तकनीक भी इस संबंध में वरदान सिद्धसाबित हो सकती है। अतीत में और हाल ही में (15) यह संस्तुति की गई है कि पानी की अधिक खपत वाली और पारंपरिक फसलों जैसे सिंचित चावल, गेहूं से ध्यान हटाकर फसल चक्र को फिर से संरेखित करके दलहन, तिलहन, बाजरा और खरीफ मक्का को सम्मिलित किया जाए। प्रथाओं में इस तरह के बदलाव टिकाऊ, पर्यावरण के अनुकूल और किसानों के लिए आर्थिक रूप से लाभप्रद हैं।

2. ड्रिप जैसी जल कुशल सिंचाई तकनीकों के साथ संरक्षित जुताई प्रथाओं से भी इस संबंध में सहायता मिलेगी। चावल के मामलों में, सिंचित या बाढ़ वाली किस्मों के बजाय सीधे बीज वाली किस्मों को बढ़ावा दिया जा रहा है। वैकल्पिक गीलापन और सुखाने (एडब्ल्यूडी) जैसी अन्य प्रथाएँ भी निचली भूमि के चावल की खेती में 30 प्रतिशत तक पानी बचाने के लिए उपयोगी होंगी (17)। एक अनुमान के अनुसार, सिंचित चावल के पानी के उपयोग में 10 प्रतिशत की कमी 150,000 मिलियन एम3 पानी के बराबर है (यानी वैश्विक स्तर पर गैर-कृषि उद्देश्यों के लिए उपयोग किए जाने वाले कुल ताजे पानी का 25 प्रतिशत) (18)।

3. कृषि-इनपुट (उर्वरक, कीटनाशक, आदि) के उपयोग के लिए कृषि में निर्णय लेना प्रायः एक चुनौती होती है। मिट्टी की गुणवत्ता भी अधिकांशतः समय पर ज्ञात नहीं होती है, जिससे उर्वरक और सिंचाई के पानी का अंधाधुंध उपयोग होता है उदाहरण के लिए, सिंचाई की सटीक आवश्यकता के बारे में निर्णय लेने के लिए मिट्टी के नमी के स्तर की निगरानी की जा सकती है।

4. कृषि के लिए पुनर्नवीनीकृत जल के उपयोग के साथ-साथ खेत, पोषक तत्वों और कीटनाशकों के लिए विभिन्न एकीकृत प्रबंधन प्रथाएँ महत्वपूर्ण भूमिका निभा सकती हैं। इन सभी प्रथाओं की विशेष रूप से बड़े खेतों के लिए अनुशंसा की जानी चाहिए।

5. नई नैनोफर्टिलाइजर तकनीकें सिंचाई के लिए आवश्यक पानी की मात्रा को कम करने में भी सहायता कर सकती हैं। मैनुअल/मैकेनिकल या ड्रोन आधारित स्प्रे में 1/3 से 1/5 पानी की आवश्यकता होती है, अन्यथा पारंपरिक उर्वरकों के साथ प्रसारण-आधारित फर्टिगेशन में इसका उपयोग किया जाता है।

6. सेंटर पिवट सिंचाई प्रणाली जैसी सिंचाई प्रणाली के मशीनीकरण में उन्नति, जिसमें ओवरहेड स्प्रिंकलर की अधिकता सम्मिलित है, सिंचाई की जल दक्षता दर को 85 से 95 प्रतिशत तक सुधार सकती है (19) और साथ ही सिंचाई के लिए आवश्यक श्रम लागत और समय को कम

कर सकती है (20)।

जमीनी स्तर पर क्रियान्वयन और जनता के बीच स्वीकार्यता के लिए अनुशंसा:

नीतियों की अनुशंसा और जमीनी स्तर पर उनका वास्तविक क्रियान्वयन सदैव से ही वर्तमान क्षेत्र सहित पूरी दुनिया में एक चुनौती रहा है। हमने पहले जागरूकता अभियान और किसानों के फील्ड स्कूल की आवश्यकताओं के बारे में चर्चा की है। इसके अतिरिक्त विभिन्न प्रोत्साहन योजनाओं को बढ़ावा दिया जा सकता है और फील्ड स्तर पर त्वरित कार्यान्वयन के लिए सार्वजनिक-निजी भागीदारी कार्यक्रमों को प्रोत्साहित किया जाना चाहिए। कार्बन क्रेडिट के अनुरूप जल ऋण नीति को बढ़ावा दिया जा सकता है ताकि कृषि में पानी की हानि को कम किया जा सके (जैसे सतही सिंचाई) और कम पानी वाली फसलों की ओर बढ़ा जा सके। भारत सरकार द्वारा 2023 में आरम्भ किए गए मिशन लाइफ (पर्यावरण के लिए जीवनशैली) का एक प्रमुख उद्देश्य जल संरक्षण है और जल संरक्षण और गुणवत्ता सुधार में प्रयासों को पुरस्कृत करने के लिए जल ऋण कार्यक्रम संभावित रूप से एक गेम चेंजर हो सकता है। Water.org जैसे संगठन भी विभिन्न वित्तीय संस्थानों और माइक्रोफाइनेंस भागीदारों के माध्यम से 2004 से भारत में वाटरक्रेडिट कार्यक्रम को बढ़ावा दे रहे हैं। इस कार्यक्रम से भारत के 23 राज्यों में 15 मिलियन से अधिक लोगों को लाभ हो सकता है (21)। पेय पदार्थ उद्योग के लिए जल ऋण कार्यक्रम भारत में भी एक वास्तविकता है (22)। दुनिया के विभिन्न हिस्सों में भी इसी तरह की सफलता की कहानियाँ हासिल की गई हैं, जिनमें फिलीपींस में जल परिक्रामी निधि और केन्या पूल्ड जल निधि (23) सम्मिलित हैं। इसी तरह, स्वयं सहायता समूहों (एसएचजी) के माध्यम से ग्रामीण क्षेत्रों में सामुदायिक जुड़ाव ऐसे कार्यक्रमों को जनता के बीच और भी अधिक आकर्षक और कार्यान्वयन योग्य बना सकता है।

संक्षेप में, कृषि में जल संरक्षण के लिए सुधार की बहुत सम्भावनायें है। किसानों के फील्ड स्कूल या विभिन्न कृषि संस्थानों के माध्यम से विभिन्न तकनीकों पर प्रदर्शन और किसान-प्रशिक्षण, विशेष रूप से भारतीय कृषि अनुसंधान परिषद और राज्य कृषि विश्वविद्यालयों से जुड़े केवीके के नेतृत्व में किसानों के बीच स्वीकृति में सुधार कर सकते हैं। कृषक समुदाय के वित्तीय बोझ को कम करने के लिए विभिन्न सरकारी योजनाओं के बारे में जागरूकता को भी एक साथ बढ़ावा दिया जा सकता है। विभिन्न जल ऋण योजनाएँ समुदाय को व्यापक स्वीकृति के लिए प्रोत्साहित कर सकती हैं।

संदर्भः

1. https://www.fao.org/assets/infographics/FAO-Infographic-water-thirsty-en.pdf
2. https://www.wri.org/insights/highest-water-stressed-countries
3. Agriculture sector has registered an average annual growth rate of 4.18 per cent over the last five years : economic survey, https://pib.gov.in/PressReleasePage.aspx?PRID=2034943
4. GlobalCommission_Report_FINAL.pdf
5. How technology can put an end to water scarcity | World Economic Forum
6. Jal Shakti Abhiyan
7. 7 Advanced Technologies To End The Clean Water Crisis
8. TERI Advanced Oxidation Technology (TADOX) to treat textile and dyeing wastewater, achieve zero liquid discharge, and enhance water reuse: R&D-based policy recommendations | TERI
9. Year End Review 2022 Department of Water Resources, River Development & Ganga Rejuvenation, Ministry of Jal Shakti, Press Release: Press Information Bureau
10. Vibha Dhawan, Background paper for the South Asia expert panel during the Global Forum for Food and Agriculture (GFFA) 2017
11. Annex I: Irrigation efficiencies
12. Drip Irrigation Cost per Acre: Best Guide of Cost, Subsidy and Installation
13. Micro irrigation - Press Release: Press Information Bureau
14. Rakholia et al, Emerging technology adoption for sustainable agriculture in India– a pilot study, Journal of Agriculture and Food Research 17 (2024) 101238
15. Singh et al, Saving Punjab and Haryana from Ecological Disaster: Re-aligning Agri-Food Policies, 2024, https://icrier.org/publications/saving-punjab-and-haryana-from-ecological-disaster-re-aligning-agri-food-policies/
16. Xing et al, Precision Agriculture and Water Conservation Strategies for Sustainable Crop Production in Arid Regions, Plants 2024, 13, 3184. https://doi.org/10.3390/plants13223184
17. GHG Mitigation in Rice - Alternate Wetting and Drying
18. Tuong et al, Rice Production in Water-scarce Environments, CAB International 2003. Water Productivity in Agriculture: Limits and Opportunities for Improvement (eds J.W. Kijne, R. Barker and D. Molden)
19. Center Pivot Irrigation: History | Parts | Application
20. Basic Information | International Commission on Irrigation & Drainage (ICID)
21. Water.org_in_India_learning_brief_on_systems_change.pdf
22. Revolutionising water use: proposal for water credits in India
23. How to scale up much-needed finance for India's water sector | World Economic Forum

मृदा जल संरक्षण एवं प्रबंधन में परिशुद्धता कृषि की भूमिका

श्रीकांत गोयनका
प्रबंध निदेशक - प्रीमियर सिंचाई एड्रिटेक

परिशुद्धता कृषि, एक परिवर्तनकारी और विश्व स्तर पर प्रशंसित दृष्टिकोण है, जो कृषि में मृदा और जल संसाधन प्रबंधन की बढ़ती चुनौतियों का समाधान करने की क्षमता रखता है। उन्नत प्रौद्योगिकियों और नवीन प्रथाओं को एकीकृत करके, परिशुद्धता कृषि मृदा संरक्षण और जल संसाधनों को कुशलतापूर्वक प्रबंधित करने के लिए स्थायी समाधान प्रदान करती है। इस लेख का उद्देश्य मृदा और जल संरक्षण में परिशुद्धता कृषि की महत्वपूर्ण भूमिका का पता लगाना, व्यावहारिक अवसरों पर प्रकाश डालना और कृषि उत्पादकता और स्थिरता को बढ़ाने के लिए प्रमुख चुनौतियों का समाधान करना है।

अवसरः

कृषि उत्पादन के लिए मृदा और जल अपरिहार्य हैं, और उनका स्थायी प्रबंधन खाद्य सुरक्षा के लिए महत्वपूर्ण है। परिशुद्धता कृषि लक्षित हस्तक्षेपों के माध्यम से इन संसाधनों के उपयोग को अनुकूलित करने का एक अनूठा अवसर प्रदान करती है। रिमोट सेंसिंग, मृदा सेंसर, जीपीएस-सक्षम मशीनरी और ड्रोन जैसी तकनीकों का लाभ उठाते हुए, परिशुद्धता कृषि मृदा स्वास्थ्य और जल उपयोग की सटीक निगरानी और प्रबंधन को सक्षम बनाती है।

अ. उन्नत मृदा स्वास्थ्य प्रबंधनः
सटीक कृषि विस्तृत मृदा मानचित्रण की सुविधा प्रदान करती है, जिससे किसानों को मृदा परिवर्तनशीलता और पोषक तत्वों की आवश्यकताओं को समझने में

सहायता मिलती है। अध्ययनों से पता चला है कि साइट-विशिष्ट पोषक तत्वों के अनुप्रयोग उर्वरक के उपयोग को 30 प्रतिशत तक कम कर सकते हैं, जबकि फसल की उत्पादकता को बनाए रख सकते हैं या यहाँ तक कि सुधार भी कर सकते हैं। इसके अतिरिक्त, मृदा स्वास्थ्य निगरानी क्षरण को रोक सकती है, जिससे कमजोर क्षेत्रों में मरुस्थलीकरण का संकट कम हो सकता है।

ब. जल उपयोग दक्षताः

IoT और स्वचालन तकनीकों के साथ एकीकृत ड्रिप और स्प्रिंकलर सिंचाई जैसी सटीक सिंचाई प्रणालियाँ, इष्टतम जल अनुप्रयोग सुनिश्चित करती हैं। शोध से संकेत मिलता है कि ये प्रणालियाँ 40 प्रतिशत तक जल उपयोग को बचा सकती हैं और फसल की पैदावार को 20-30 प्रतिशत तक बढ़ा सकती हैं। उदाहरण के लिए, भारत में, गन्ने की खेती में सटीक सिंचाई तकनीकों का उपयोग करने वाले किसानों ने जल उत्पादकता में औसतन 25 प्रतिशत की वृद्धि दर्ज की।

स. कार्बन फुटप्रिंट में कमीरः
कुशल मृदा और जल प्रबंधन ऊर्जा-गहन कृषि प्रथाओं को कम करके ग्रीनहाउस गैस उत्सर्जन को कम करने में योगदान देता है। वर्ल्ड रिसोर्सेज इंस्टीट्यूट द्वारा किए गए एक अध्ययन में पाया गया कि सटीक कृषि पद्धतियाँ समग्र उत्सर्जन को 15-20 प्रतिशत तक कम कर सकती हैं, जबकि स्वस्थ मिट्टी वार्षिक अनुमानित 1-2 गीगाटन कार्बनडाईऑक्साइड को रोक सकती है।

द. आर्थिक लाभ प्रतिशत सटीक कृषि तकनीक अपनाने वाले किसान प्रायः लागत में काफी बचत करते हैं। उदाहरण के लिए, राजस्थान में एक केस स्टडी से पता चला है कि सटीक सिंचाई का उपयोग करने वाले किसानों ने पानी और ऊर्जा लागत में प्रति हेक्टेयर औसतन 5,000 की सालाना बचत की, जबकि फसल की उपज में 20 प्रतिशत की वृद्धि प्राप्त की। ये लाभ विशेष रूप से छोटे और सीमांत किसानों के लिए प्रभावशाली हैं, जो सीमित संसाधनों के बूद भी अपनी लाभप्रदता बढ़ा सकते हैं।

चुनौतियाँः

क. प्रौद्योगिकी की सुलभताः

उच्च आरंभिक लागत और उन्नत उपकरणों तक सीमित पहुँच, विशेष रूप से छोटे किसानों के बीच, व्यापक रूप से अपनाने में बाधा डालती है। रिपोर्ट बताती हैं कि भारत में 10 प्रतिशत से भी कम छोटे किसानों के पास सटीक कृषि उपकरणों तक पहुँच है, जो कि कम मूल्य वाले समाधानों की आवश्यकता को रेखांकित करता है।

ख. ज्ञान और जागरूकता:
कई किसानों में सटीक कृषि को प्रभावी ढंग से लागू करने के लिए जागरूकता और तकनीकी कौशल की कमी है। अध्ययनों से संकेत मिलता है कि विकासशील देशों में 60 प्रतिशत से अधिक किसानों को इन तकनीकों का इष्टतम उपयोग करने के लिए व्यापक प्रशिक्षण की आवश्यकता है। उनकी क्षमता निर्माण के लिए व्यापक प्रशिक्षण कार्यक्रम और विस्तार सेवाएँ आवश्यक हैं।

ग. डेटा प्रबंधन:

प्रभावी मृदा और जल प्रबंधन सटीक डेटा संग्रह और विश्लेषण पर निर्भर करता है। वर्तमान में, वैश्विक स्तर पर केवल 20 प्रतिशत कृषि संचालन डेटा-संचालित निर्णय लेने का उपयोग करते हैं। मजबूत डेटा शासन[1] और मूलभूत ढांचे की कमी इन प्रथाओं को बढ़ाने में एक महत्वपूर्ण बाधा है।

घ. नीति और मूलभूत ढाँचा समर्थन:
जल संरक्षण और मृदा प्रबंधन के लिए अपर्याप्त नीति प्रोत्साहन और अपर्याप्त मूलभूत ढाँचा सटीक कृषि को अपनाने में देरी कर सकता है। उदाहरण के लिए, भारतीय कृषि भूमि का केवल 5 प्रतिशत ही सटीक सिंचाई योजनाओं के अंतर्गत आता है, जो मजबूत सरकारी समर्थन और सार्वजनिक-निजी सहयोग की आवश्यकता को दर्शाता है।

निष्कर्ष:

मिट्टी और जल संरक्षण रणनीतियों में सटीक कृषि का एकीकरण स्थायी कृषि विकास की दिशा में एक आशाजनक मार्ग का प्रतिनिधित्व करता है। संसाधन की कमी की चुनौतियों का समाधान करके, सटीक कृषि किसानों को पर्यावरण के अनुकूल प्रथाओं को अपनाने, उत्पादकता में सुधार करने और जलवायु परिवर्तन के प्रति लचीलापन बढ़ाने में सक्षम बनाती है। इसकी पूरी क्षमता का एहसास करने के लिए, नीति निर्माताओं, प्रौद्योगिकी प्रदाताओं और कृषि समुदायों से ठोस प्रयासों की आवश्यकता है। ऐसी पहल जो सस्ती प्रौद्योगिकी प्रसार, किसान प्रशिक्षण और सुदृढ़ नीति ढांचे पर ध्यान केंद्रित करती हैं, सटीक कृषि को अपनाने में तेजी ला सकती हैं। ऐसा करने से, कृषि क्षेत्र मिट्टी और जल संसाधनों के संरक्षण, खाद्य सुरक्षा सुनिश्चित करने और पर्यावरणीय स्थिरता को बढ़ावा देने में महत्वपूर्ण प्रगति प्राप्त कर सकता है। सटीक कृषि में वार्षिक अनुमानित 20 बिलियन क्यूबिक मीटर पानी की बचत करके और दुनिया भर में कृषि राजस्व में अतिरिक्त $15 बिलियन उत्पन्न करके खेती में क्रांति लाने की क्षमता है।

संदर्भ

GAO Report: https://www.gao.gov/products/gao-24-105962
Springer Article: https://link.springer.com/article/10.1007/s11119-022-09958-4
Reuters: https://www.reuters.com/sustainability/land-use-biodiversity/field-cloud-how-ai-is-helping-regenerative-agriculture-grow-2024-09-18/
MDPI: https://www.mdpi.com/2077-0472/14/7/1141
ERS USDA: https://www.ers.usda.gov/webdocs/publications/105894/eib-248.pdf

भारत में मृदा एवं जल संरक्षणः उभरते रुझान एवं अवसर

राजीव के सिंह

'पूर्व प्रमुख, आईसीएआर-भारतीय मृदा एवं जल संरक्षण संस्थान, अनुसंधान केंद्र कोटा (राजस्थान)

परिचय

भारत में मृदा क्षरण, मरुस्थलीकरण और लवणीकरण सहित भूमि क्षरण, देश की सबसे गंभीर पर्यावरणीय चुनौतियों में से एक है। भारत का लगभग 56 प्रतिशत भौगोलिक क्षेत्र मृदा क्षरण से प्रभावित है, जो मुख्य रूप से पहाड़ी क्षेत्रों में जल क्षरण और शुष्क एवं अर्ध-शुष्क क्षेत्रों में वायु क्षरण के कारण होता है (आईसीएआर, 2020)। औसतन, प्रति वर्ष अनुमानित 15.59 टन प्रति हेक्टेयर उपजाऊ ऊपरी मिट्टी नष्ट हो जाती है (शारदा एवं ओजस्वी, 2016)। जबकि इस मिट्टी की अधिकांश हानि (43 प्रतिशत) नदी घाटियों में होती है, लगभग 34 प्रतिशत जलाशयों में जमा होता है, और 23 प्रतिशत महासागरों में छोड़ा जाता है। परिणामस्वरूप, देश प्रमुख अनाज, तिलहन और दलहन फसलों से लगभग 15.7 प्रतिशत उपज खो देता है (शारदा और डोगरा, 2013)। मानवजनित ट्रिगर जैसे कि असंतुलित कृषि पद्धतियाँ, वनों की कटाई, अतिचारण, खनन और अन्य भूदृश्य गड़बड़ी मुख्य रूप से सभी प्रकार के भूमि क्षरण को आरम्भ करने के लिए उत्तरदायी हैं। फिर भी, इन ट्रिगर्स के लिए भूदृश्य प्रतिक्रिया भूविज्ञान, स्थलाकृति, मिट्टी के गुणों और जलवायु स्थितियों पर निर्भर करती है। उत्तर भारतीय नदी घाटियों के नाजुक भूदृश्य देश के कटाव संबंधी हानियों का 81 प्रतिशत भाग हैं। हालाँकि, भूमि और जल प्रणालियों की परस्पर संबद्धता क्षेत्रीय, राष्ट्रीय और वैश्विक स्तरों पर इन चुनौतियों का

प्रभावी ढंग से समाधान करने के लिए एक समग्र दृष्टिकोण की आवश्यकता है। भूमि क्षरण खाद्य सुरक्षा को प्रभावित करता है, पारिस्थितिकी तंत्र के कार्यों को बाधित करता है और कार्बन उत्सर्जन को बढ़ाता है, विशेष रूप से छोटे किसानों और ग्रामीण समुदायों को प्रभावित करता है इन विषयों को संबोधित करने के लिए बेहतर शासन और एकीकृत संसाधन प्रबंधन की आवश्यकता है जो भूमि उपयोग और जल गुणवत्ता दोनों पर विचार करता है। जलवायु परिवर्तन के चल रहे प्रभाव भूमि और जल प्रणालियों के लिए महत्वपूर्ण संकट पैदा करते हैं। बढ़ता तापमान, परिवर्तित वर्षा पैटर्न और चरम मौसम की घटनाएँ इन संसाधनों की स्थिरता को संकट में डालती हैं। भूमि और जल संसाधनों तक समान पहुँच सुनिश्चित करना एक महत्वपूर्ण चिंता का विषय है, विशेष रूप से समाज के पिछड़े समुदायों के लिए। इसलिए, तत्काल पर्यावरणीय चुनौतियों का समाधान करने और दीर्घकालिक पारिस्थितिक स्वास्थ्य, खाद्य सुरक्षा और सामाजिक समानता सुनिश्चित करने के लिए टिकाऊ भूमि प्रबंधन (एसएलएम) को प्राथमिकता देना महत्वपूर्ण है। उभरते वैज्ञानिक, तकनीकी, सामाजिक-आर्थिक और भू-राजनीतिक रुझानों को समझना और टिकाऊ भूमि प्रबंधन विकसित करने के लिए इन अवसरों का लाभ उठाना महत्वपूर्ण है।

संसाधन प्रबंधन में प्रतिमान बदलाव

भूमि क्षरण और भूमि और जल गुणवत्ता के आँकलन की हमारी समझ में बदलाव मानवीय गतिविधियों और पर्यावरणीय स्वास्थ्य के बीच जटिल अंतर्संबंध की बढ़ती मान्यता को दर्शाता है। भूमि क्षरण और भूमि और जल गुणवत्ता आँकलन की विकसित होती समझ मानवीय गतिविधियों और पारिस्थितिक स्वास्थ्य के बीच जटिल संबंधों को रेखांकित करती है। यह बदलाव भूमि क्षरण और संसाधन गुणवत्ता के मूल्यांकन के लिए परिभाषाओं, रूपरेखाओं और कार्यप्रणालियों में परिवर्तन में परिलक्षित होता है। ऐतिहासिक रूप से, भूमि क्षरण को प्रायः कृषि उत्पादकता में गिरावट के रूप में देखा जाता था। इसके विपरीत, समकालीन परिभाषाओं में पारिस्थितिक अखंडता और पारिस्थितिकी तंत्र सेवाओं के हानि को सम्मिलित करने के लिए विस्तार किया गया है। उदाहरण के लिए, आईपीसीसी भूमि क्षरण को मानव-प्रेरित प्रक्रियाओं के परिणामस्वरूप ष्भूमि

की स्थिति में नकारात्मक प्रवृत्तिष् के रूप में परिभाषित करता है, जो जैविक उत्पादकता, पारिस्थितिक अखंडता या मनुष्यों के लिए मूल्य में दीर्घकालिक कमी पर जोर देता है (आईपीसीसी, 2019)। साथ ही, पारिस्थितिकी तंत्र के स्वास्थ्य के परस्पर जुड़े घटकों के रूप में भूमि और जल गुणवत्ता पर विचार करते हुए एकीकृत मूल्यांकन रूपरेखाओं की ओर रुझान बढ़ रहा है। मृदा स्वास्थ्य भूमि क्षरण और जल गुणवत्ता के एक महत्वपूर्ण संकेतक के रूप में उभरा है। वर्तमान आँकलन में पर्यावरणीय परिवर्तनों के प्रति लचीलापन और संवेदनशीलता की अवधारणाएँ सम्मिलित हैं। यह समझना कि प्राकृतिक या मानवजनित गड़बड़ी के प्रति परिदृश्य कैसे प्रतिक्रिया करते हैं, क्षरण के प्रति उनकी भेद्यता का मूल्यांकन करने के लिए आवश्यक हो गया है।

भूमि और जल संसाधनों के प्रबंधन के लिए हमारी धारणा और दृष्टिकोण में यह प्रतिमान बदलाव अंतःविषय सहयोग, नवीन प्रौद्योगिकियों के विकास, नीति सुधारों और सार्वजनिक भागीदारी के लिए नए आयाम खोलता है। प्राकृतिक वैज्ञानिकों, सामाजिक वैज्ञानिकों, अर्थशास्त्रियों और नीति निर्माताओं के बीच सहयोग के लिए अवसर प्रचुर मात्रा में हैं ताकि वास्तविक दुनिया की चुनौतियों का प्रभावी ढंग से समाधान करने वाले एकीकृत समाधान विकसित किए जा सकें। शोधकर्ता सटीक कृषि, स्मार्ट सिंचाई प्रणाली और अपशिष्ट जल पुनर्चक्रण प्रौद्योगिकियों जैसी नई तकनीकों का पता लगा सकते हैं जो जल दक्षता को बढ़ाती हैं, प्रदूषण को कम करती हैं और टिकाऊ कृषि प्रथाओं को बढ़ावा देती हैं। टिकाऊ संसाधन प्रबंधन के संदर्भ में साक्ष्य-आधारित नीति विकास की बढ़ती आवश्यकता है। शोधकर्ता डेटा उत्पन्न करके योगदान दे सकते हैं जो स्थानीय, राष्ट्रीय और अंतर्राष्ट्रीय नीति ढाँचों को सूचित करता है, स्थिरता लक्ष्यों के साथ संरेखित प्रथाओं की समर्थन करता है। टिकाऊ प्रथाओं के बारे में जागरूकता बढ़ाने के लिए समुदायों के साथ जुड़ना महत्वपूर्ण है। शोधकर्ताओं के पास ऐसे शैक्षिक कार्यक्रम विकसित करने का अवसर है जो व्यक्तियों को टिकाऊ भूमि और जल उपयोग प्रथाओं को अपनाने के लिए सशक्त बनाते हैं, तथा प्राकृतिक संसाधनों के प्रति संरक्षण की संस्कृति को बढ़ावा देते हैं।

पारिस्थितिकी तंत्र के कार्यों और सेवाओं को समझना

पारिस्थितिकी तंत्र की सेवाओं को पहचानना – पारिस्थितिकी तंत्र द्वारा मनुष्यों को प्रदान किए जाने वाले प्रत्यक्ष और अप्रत्यक्ष लाभ - ने मिट्टी और जल संरक्षण में परिवर्तनकारी बदलाव लाए हैं। संरक्षण के पारंपरिक दृष्टिकोण मुख्य रूप से संसाधन संरक्षण पर केंद्रित थे। हालाँकि, पारिस्थितिकी तंत्र की सेवाओं और कार्यों को समझना परिप्रेक्ष्य को व्यापक बनाता है, पारिस्थितिकी, सामाजिक और आर्थिक आयामों को संरक्षण प्रयासों में एकीकृत करता है। यह बदलाव टिकाऊ और लचीले भूमि प्रबंधन के लिए नए रास्ते खोलता है। मिट्टी और जल संरक्षण की बहुक्रियाशील भूमिका में स्वस्थ मिट्टी, मिट्टी के निर्माण, पोषक चक्रण, जैव विविधता संरक्षण, मिट्टी के कार्बनिक पदार्थ को बढ़ाने, मिट्टी की उर्वरता, पोषक चक्रण, भूजल पुनर्भरण, कटाव और मरुस्थलीकरण की रोकथाम और बाढ़ या सूखे के शमन के अलावा समुदायों के लिए स्वच्छ पानी तक विश्वसनीय पहुँच के माध्यम से कार्बन पृथक्करण और जलवायु विनियमन सम्मिलित हैं। पारिस्थितिकी तंत्र सेवाएँ सांस्कृतिक सेवाओं जैसे कि बढ़ी हुई आजीविका, भूमि से सांस्कृतिक संबंध और पारिस्थितिक पर्यटन के अवसरों पर भी विचार करती हैं। पारिस्थितिकी तंत्र सेवाओं की समझ संरक्षण को पारिस्थितिकी तंत्र की बहाली के अवसर के रूप में फिर से परिभाषित करती है - एक सक्रिय प्रक्रिया जो पारिस्थितिक कार्यों का पुनर्निर्माण करती है। वैश्विक और राष्ट्रीय पहलों में दीर्घकालिक लचीलापन और उत्पादकता सुनिश्चित करने के लिए सतत प्रबंधन, प्रकृति-आधारित समाधान (एनबीएस) और समुदाय-संचालित दृष्टिकोणों पर अधिक ध्यान केंद्रित किया जा रहा है (तालिका 1)। एनबीएस मिट्टी के कटाव को नियंत्रित करने, पानी की गुणवत्ता में सुधार करने और पारिस्थितिकी तंत्र के लचीलेपन को बढ़ाने के लिए आर्द्रभूमि, जंगल और घास के मैदान जैसी प्राकृतिक प्रणालियों का उपयोग करता है। 'एकीकृत वाटरशेड प्रबंधन कार्यक्रम' पर राष्ट्रीय पहल भी दीर्घकालिक पारिस्थितिकी तंत्र सेवाओं के लिए मिट्टी, पानी और वनस्पति के प्रबंधन के लिए एक समग्र दृष्टिकोण का उपयोग करती है।

पारिस्थितिकी तंत्र सेवाओं के मूल्य को समझने से संरक्षण वित्तपोषण, नीति और निर्णय लेने में नए आयाम सामने आए हैं। वैश्विक स्तर पर मिट्टी के कटाव से उत्पादकता में अरबों डॉलर का हानि होता है। पारिस्थितिकी तंत्र सेवाओं के लाभों को निर्धारित करके संरक्षण प्रथाओं में निवेश को उचित ठहराया जाता है। भूमि क्षरण और पारिस्थितिकी तंत्र की आवश्यक कार्य करने और मानव कल्याण और पर्यावरणीय स्थिरता का समर्थन करने वाली सेवाएँ प्रदान करने की क्षमता के बीच संबंधों को समझना और उनका मुद्रीकरण करना हितधारकों को भूमि और जल संसाधनों के सतत विकास की दिशा में संसाधनों का निवेश करने के लिए प्रेरित करने का एक प्रभावी उपकरण हो सकता है। पारिस्थितिकी तंत्र सेवाओं के लिए भुगतान (पी.ई.एस.) और सूचित नीतिगत निर्णय जैसे तंत्र स्थायी भूमि प्रबंधन प्रथाओं को बढ़ावा दे सकते हैं, जिससे समाज के लिए दीर्घकालिक पारिस्थितिक और आर्थिक लाभ सुनिश्चित हो सकते हैं। कार्बन पृथक्करण, जल विनियमन और मिट्टी की उर्वरता जैसी सेवाओं को मौद्रिक मूल्य प्रदान करना भूमि क्षरण की वित्तीय लागतों और बहाली के लाभों पर प्रकाश डालता है। यह मूल्यांकन छिपी हुई लागतों को उजागर करता है, जैसे कि क्षरित मिट्टी के कारण कृषि उत्पादकता में कमी (बार्बियर, 2011)। मूल्यांकन पारिस्थितिकी तंत्र सेवाओं के लिए भुगतान (पी.ई.एस.) योजनाओं को जन्म दे सकता है, जहाँ भूमि मालिकों को पारिस्थितिकी तंत्र के कार्यों को बढ़ाने वाली प्रथाओं के लिए प्रोत्साहन राशि मिलता है। सफल उदाहरणों में कोस्टा रिका और ब्राजील के कार्यक्रम सम्मिलित हैं, जो किसानों को पुनर्वनीकृत भूमि से कार्बन पृथक्करण के लिए भुगतान करते हैं (वंडर, 2005)। यह दृष्टिकोण नीति निर्माताओं को बहाली के लिए उन क्षेत्रों को प्राथमिकता देने में सहायता करती है जो सबसे अधिक आर्थिक लाभ प्रदान करते हैं, जैसे कि आर्द्रभूमि, जो जल

निस्पंदन और जैव विविधता को बढ़ाती है (दासगुप्ता, 2021)। आर्थिक और पर्यावरणीय लाभों को पहचानना स्थानीय समुदायों, व्यवसायों और सरकारों के बीच सहयोग को प्रोत्साहित करता है (ओईसीडी, 2019)। भारत धीरे-धीरे भूमि मूल्यांकन ढांचे में पारिस्थितिकी तंत्र सेवाओं को सम्मिलित करने के लिए तंत्र अपना रहा है। प्रतिपूरक वनीकरण कोष प्रबंधन और योजना प्राधिकरण (सीएएमपीए) जैसी पहल वनों के हानि की भरपाई के लिए वनीकरण के लिए डेवलपर्स से शुल्क वसूलती है। इसी तरह, पारिस्थितिकी तंत्र सेवाओं के लिए भुगतान (पी.ई.एस.) कार्यक्रमों की खोज की जा रही है ताकि संरक्षण प्रयासों को प्रोत्साहित किया जा सके, खासकर वाटरशेड और वन क्षेत्रों में। ये दृष्टिकोण भूमि के पारिस्थितिक मूल्य को पहचानते हैं, हालांकि वे कार्यान्वयन के आरम्भिक चरणों में हैं।

भूमि क्षरण तटस्थता (एलडीएन) की निगरानी और उसे प्राप्त करना

भूमि क्षरण तटस्थता (एलडीएन) दृष्टिकोण का तात्पर्य भूमि आधारित प्राकृतिक पूंजी को बनाए रखना या बढ़ाना, मानव अधिकारों की रक्षा करना और मानव कल्याण में सुधार करना है, विशेष रूप से छोटे पैमाने के किसानों और स्वदेशी लोगों के बीच। तटस्थता बनाए रखने के लिए, स्क्छ वैचारिक ढांचे के कार्यान्वयन के समय वैश्विक रूप से सहमत एलडीएन संकेतकों का आधारभूत सेट प्राप्त करने का लक्ष्य बन जाता है। भूमि उपयोग नियोजन के समान पैमाने पर तटस्थता प्राप्त करने के लिए उसी समय सीमा में लाभ के साथ भूमि आधारित प्राकृतिक पूंजी में हानि का प्रतिकार करें। जहाँ तक संभव हो 'समान के लिए समान' लाभ और हानि का प्रतिकार करें। एलडीएन सभी पारिस्थितिकी तंत्र सेवाओं की गुणवत्ता को बनाए रखने या बढ़ाने का प्रयास करता है, पर्यावरणीय, आर्थिक और सामाजिक परिणामों के बीच व्यापार-नापसंद को अनुकूलित करता है। एलडीएन के लिए हस्तक्षेप और योजना तैयार करने में, भूमि क्षरण से बचें ध् कम करें ध् उलट दें की प्रतिक्रिया पदानुक्रम को लागू किया जाना चाहिए, जिसमें 'बचाना' और 'कम करना' को पिछले क्षरण को उलटने पर प्राथमिकता दी जाती है। निगरानी को सीखने के साधन के रूप में देखा जाना चाहिए। राष्ट्रीय समन्वय द्वारा समर्थित बहु-हितधारक जुड़ाव सुनिश्चित करने में वर्तमान स्थानीय और क्षेत्रीय शासन संरचनाएँ सम्मिलित होनी चाहिए ताकि भूमि को बहाल करने के लिए लक्षित किए जाने पर कमजोर समुदायों को विस्थापित न किया जाए। एलडीएन दृष्टिकोण पहले की भूमि बहाली पहलों की तुलना में भूमि प्रबंधन रणनीतियों में एक महत्वपूर्ण विकास का प्रतिनिधित्व करता है। यह बदलाव एक अधिक व्यापक और एकीकृत ढांचे की विशेषता है जो भूमि क्षरण की जटिलताओं और पारिस्थितिकी तंत्र और समुदायों पर इसके प्रभावों को संबोधित करता है। पिछले मूल्यांकन और बहाली के प्रयास मुख्य रूप से दीर्घकालिक पारिस्थितिक स्वास्थ्य के बजाय तत्काल परिणामों पर केंद्रित थे। लक्षित उद्देश्य कृषि उत्पादकता बढ़ाने या क्षरण के अंतर्निहित कारणों को पर्याप्त रूप से संबोधित किए बिना या व्यापक पारिस्थितिक संदर्भ पर विचार किए बिना क्षीण क्षेत्रों को फिर से वनीकरण करने के इर्द-गिर्द घूमते थे। एलडीएन पारिस्थितिकी तंत्र के कार्यों और सेवाओं के लिए आवश्यक भूमि संसाधनों की मात्रा और गुणवत्ता को बनाए रखने पर जोर देता है। इसका उद्देश्य नए क्षरण को रोकना, मौजूदा क्षरण को कम करना और क्षीण भूमि को उत्पादक स्थिति में बहाल करना है, जिससे भूमि उपयोग और संरक्षण के बीच एक स्थायी संतुलन को बढ़ावा मिलता है। एलडीएन ढांचा अंतरराष्ट्रीय प्रतिबद्धताओं के साथ संरेखित होता है और स्थानीय कार्यों पर वैश्विक दृष्टिकोण को बढ़ावा देता है। यह देशों को भूमि बहाली के लिए मापनीय लक्ष्य निर्धारित करने के लिए प्रोत्साहित करता है, बजाय पहले के स्थानीय प्रयासों के जो आवश्यक नहीं कि वैश्विक ढांचे या लक्ष्यों से जुड़े हों, जिससे व्यापक पर्यावरणीय विषयों को संबोधित करने में उनका कार्य क्षेत्र और प्रभावशीलता सीमित हो जाती है। एलडीएन पहल में समय के साथ भूमि की गुणवत्ता और गिरावट का आँकलन करने के लिए मजबूत निगरानी प्रणाली सम्मिलित है। इसमें तटस्थता की दिशा में प्रगति का मूल्यांकन करने के लिए मिट्टी के कार्बनिक कार्बन स्तर, भूमि कवर परिवर्तन और जैव विविधता मीट्रिक जैसे संकेतकों का उपयोग करना सम्मिलित है।

भारत में भूमि क्षरण तटस्थता (एलडीएन) लक्ष्यों को प्राप्त करना और उनकी निगरानी करना चुनौतियों और अवसरों का एक जटिल परिदृश्य प्रस्तुत करता है। वनों की कटाई, गहन कृषि, मृदा अपरदन और आर्द्रभूमि की कमी के कारण भारत की लगभग 37 प्रतिशत भूमि क्षरित हो गई है। अवैज्ञानिक कृषि, वनों की कटाई, हवा या पानी के कटाव, खनन, शहरीकरण और विभिन्न पारिस्थितिकी प्रणालियों और भूमि प्रकारों में अन्य विकासात्मक गतिविधियों के कारण व्यापक क्षरण को कम करने के प्रयासों को जटिल बनाता है। प्रतिस्पर्धी भूमि उपयोगों के बीच व्यापार-नापसंद प्रायः दीर्घकालिक स्थिरता पर अल्पकालिक आर्थिक लाभ को प्राथमिकता देने की ओर ले जाता है। भूमि क्षरण के अर्थशास्त्र के बारे में समझ की कमी है, जो प्रभावी नीति-निर्माण और संसाधन आवंटन में बाधा डालती है। जबकि रिमोट सेंसिंग तकनीक ने निगरानी क्षमताओं में सुधार किया है, भूमि की गुणवत्ता और क्षरण प्रक्रियाओं के बारे में डेटा में अभी भी अंतराल हैं। स्क्छ लक्ष्यों की दिशा में प्रगति को सटीक रूप से ट्रैक करने के लिए प्रभावी निगरानी प्रणाली स्थापित करने की आवश्यकता है। एलडीएन को प्राप्त करने के लिए कृषि, वानिकी और शहरी नियोजन सहित विभिन्न क्षेत्रों में एक समन्वित दृष्टिकोण की आवश्यकता होती है। हालांकि, नीतियां प्रायः अलग-अलग विधि से काम करती हैं, जिससे विखंडित प्रयास होते हैं जो भूमि क्षरण की परस्पर प्रकृति को प्रभावी ढंग से संबोधित नहीं करते हैं। संयुक्त राष्ट्र मरुस्थलीकरण से निपटने के सम्मेलन (यूएनसीसीडी) के अन्तर्गत भारत की प्रतिबद्धता के हिस्से के रूप में, 2030 तक प्राप्त करने के लिए कम से कम तीन प्रमुख मापदंडों की सावधानीपूर्वक निगरानी की आवश्यकता हैः भूमि कवर, उत्पादकता और मिट्टी कार्बनिक कार्बन। तीन वैश्विक संकेतकों के परिणामों का एकीकरण 'एक-बाहर, सभी-बाहर' दृष्टिकोण पर आधारित होना चाहिए, जहाँ यदि ऊपर वर्णित तीन संकेतकों में से कोई भी महत्वपूर्ण

नकारात्मक परिवर्तन दिखाता है, तो इसे हानि माना जाता है। इसके विपरीत, यदि कम से कम एक संकेतक महत्वपूर्ण सकारात्मक परिवर्तन दिखाता है और कोई भी महत्वपूर्ण प्रतिकूल परिवर्तन नहीं दिखाता है, तो इसे लाभ माना जाता है। भूमि उत्पादकता और एसओसी की निगरानी के लिए रिमोट सेंसिंग और फील्ड डेटा की आवश्यकता होती है, जो प्रायः विश्वसनीय निष्कर्ष निकालने के लिए असंगत या अपर्याप्त होते हैं। ये पैरामीटर भूमि स्वास्थ्य का आँकलन करने और यह निर्धारित करने के लिए महत्वपूर्ण हैं कि क्षरण प्रभावी रूप से कम हुआ है या नहीं।

राष्ट्रीय और वैश्विक प्रतिबद्धताओं को पूरा करने के लिए, एक प्रक्रियात्मक ढांचा स्थापित करना महत्वपूर्ण है जिसे संबंधित संस्थान स्वच्छ प्रगति की निगरानी के लिए समान रूप से अपनाएँ। यह ढांचा निगरानी के लिए एक मानकीकृत दृष्टिकोण सुनिश्चित करेगा, जिससे एकत्र किए गए आंकड़ों की विश्वसनीयता और स्थिरता बढ़ेगी।

आर्थिक विकास के साथ तालमेल बनाए रखना

भारत में आर्थिक विकास ने भूमि मूल्यों में नाटकीय रूप से वृद्धि की है, विशेष रूप से शहरी और उपनगरीय क्षेत्रों में। खाद्य, जैव ईंधन और निर्यात-उन्मुख फसलों की बढ़ती माँग ने पारंपरिक रूप से कम मूल्य वाले क्षेत्रों में भी कृषि योग्य भूमि के बाजार मूल्य को बढ़ा दिया है। 2010 और 2020 के बीच, पंजाब, हरियाणा और महाराष्ट्र जैसे राज्यों में कृषि भूमि की कीमतें सालाना 10-15 प्रतिशत बढ़ीं (नाइट फ्रैंक, 2021)। बेहतर बाजार संपर्क, पहले सीमांत कृषि भूमि में प्रधानमंत्री कृषि सिंचाई योजना (PMKSY) जैसी पहल, उच्च मूल्य वाले फलों, सब्जियों और मसालों और गैर-कृषि गतिविधियाँ जैसे कि सौर खेत, कृषि-पर्यटन या रियल एस्टेट, भूमि की मूल्यों को और बढ़ाते हैं। यहाँ तक कि भारत में बंजर भूमि भी अब सरकार द्वारा संचालित बहाली पहल, नवीकरणीय ऊर्जा परियोजनाओं और निजी निवेशों के कारण भूमि मूल्यों में वृद्धि का अनुभव कर रही है। शहरीकरण में सालाना 2.3 प्रतिशत की वृद्धि (विश्व बैंक, 2023) के साथ, दिल्ली, बेंगलुरु और मुंबई जैसे महानगरीय क्षेत्रों में भूमि के मूल्य तेजी से बढे हैं। उदाहरण के लिए, टियर-1 शहरों में शहरी भूमि की औसत कीमत 2010 और 2020 के बीच वार्षिक 19 प्रतिशत बढ़ी (नाइट फ्रैंक, 2021)। सट्टा भूमि बाजार तेजी से शहरी विस्तार की प्रत्याशा में पेरी-शहरी क्षेत्रों में भूमि मूल्यांकन को और विकृत करते हैं, भूमि के पारिस्थितिक मूल्य की अनदेखी करते हैं। भूमि के बढ़ते मूल्य बहाली और उत्पादक उपयोग की वित्तीय क्षमता को बढ़ाते हैं, लेकिन वे छोटे पैमाने के भूस्वामियों को हाशिए पर डालने और पारिस्थितिकी तंत्र सेवाओं से समझौता करने का संकट भी उठाते हैं। कृषि वानिकी को बढ़ावा देने, टिकाऊ भूमि उपयोग को प्रोत्साहित करने और सट्टा बाजारों को रोकने जैसे रणनीतिक नीति हस्तक्षेप, पारिस्थितिक और सामाजिक परिणामों के साथ आर्थिक प्राथमिकताओं को संतुलित करने के लिए महत्वपूर्ण हैं।

अ. बंजर भूमि को पुनःस्थापित

करना आर्थिक रूप से व्यवहार्य हो गया है: भूमि की बढ़ती कीमतें प्रायः भूमि संसाधनों की बढ़ती माँग को दर्शाती हैं, जिससे बंजर भूमि को उसकी पूरी उत्पादक क्षमता तक पुनःस्थापित करने के लिए वित्तीय औचित्य बनता है। निवेशक और भूमि मालिक कम उपयोग की गई या बंजर भूमि को कृषि, वानिकी या नवीकरणीय ऊर्जा परियोजनाओं जैसे लाभदायक उपक्रमों में बदलने के अवसर देखते हैं। उदाहरण के लिए, भारत में, नवीकरणीय ऊर्जा अवसंरचना की माँग के कारण गुजरात और राजस्थान जैसे राज्यों में बंजर भूमि की कीमतें बढ़ गई हैं। राजस्थान में भादला सोलर पार्क, जिसने 14,000 एकड़ से अधिक बंजर भूमि को बदल दिया, ने महत्वपूर्ण निवेश आकर्षित किया है और स्थानीय रोजगार के अवसरों में सुधार किया है। इसी तरह की परियोजनाओं ने बंजर भूमि के पुनर्वास में निजी और सार्वजनिक क्षेत्र की रुचि को बढ़ाया है। बहाल की गई भूमि से वित्तीय लाभ प्रायः बहाली की लागत से अधिक होता है, विशेष रूप से अच्छी तरह से विकसित कृषि, लकड़ी या कार्बन क्रेडिट बाजारों वाले क्षेत्रों में। उदाहरण के लिए, राष्ट्रीय कृषि वानिकी नीति के अन्तर्गत कर्नाटक में लागू कृषि वानिकी प्रणालियों ने कार्बन क्रेडिट उत्पन्न करते हुए और जैव विविधता में सुधार करते हुए पहले से क्षरित भूमि की उत्पादकता और बाजार मूल्य में उल्लेखनीय वृद्धि की है।

ब. भूमि के बढ़े हुए मूल्य से सार्वजनिक और निजी निवेश को बढ़ावा मिलता है: जब भूमि के मूल्य बढ़ते हैं, तो सरकारें और निजी संस्थाएँ भूमि सुधार के लिए संसाधन आवंटित करने की अधिक संभावना रखती हैं। सरकारों के लिए, भूमि के उच्च मूल्य का मतलब है कर राजस्व में वृद्धि, जो बहाली कार्यक्रमों को निधि दे सकती है। निजी निवेशकों के लिए, दीर्घकालिक वित्तीय रिटर्न की संभावना बहाली को एक अच्छा आर्थिक निर्णय बनाती है। उदाहरण के लिए, प्रतिपूरक वनीकरण निधि प्रबंधन और योजना प्राधिकरण (सीएएमपीए) मुख्य रूप से क्षरित भूमि पर वनीकरण परियोजनाओं के लिए निजी डेवलपर्स से पर्याप्त धन एकत्र करता है। 2020 और 2022 के बीच, क्षरित क्षेत्रों में प्रतिपूरक वनीकरण, जैव विविधता संरक्षण और मृदा संरक्षण के लिए 50 बिलियन से अधिक का उपयोग किया गया। हिमाचल प्रदेश और उत्तराखंड जैसे क्षेत्रों में भूमि के बढ़ते आर्थिक मूल्य ने ऐसे निवेशों को प्रोत्साहित किया है, क्योंकि बहाल की गई भूमि पारिस्थितिकी तंत्र सेवाएँ प्रदान करती है जो स्थानीय अर्थव्यवस्थाओं को लाभ पहुँचाती हैं।

स. भूमि बहाली के लिए बाजार-संचालित दृष्टिकोण: भूमि के उच्च मूल्य बाजार-संचालित बहाली दृष्टिकोणों के लिए भी द्वार खोलते हैं। पारिस्थितिकी तंत्र सेवाओं (पीईएस) के लिए भुगतान, कार्बन ट्रेडिंग और जैव विविधता ऋण ऐसे तंत्र हैं जो बहाली को निधि देने के लिए बढ़ते भूमि मूल्यों का लाभ उठाते हैं। भारत में, उत्तराखंड में पायलट परियोजनाओं ने पीईएस की क्षमता का प्रदर्शन किया है, जहाँ जलविद्युत कंपनियाँ वनों और जलग्रहण क्षेत्रों को बहाल करने के लिए अपस्ट्रीम समुदायों को मुआवजा देती हैं, जिससे निरंतर जल प्रवाह सुनिश्चित होता है। इसके अतिरिक्त, कार्बन बाजार, 2070 तक शुद्ध-शून्य उत्सर्जन प्राप्त करने की भारत की प्रतिबद्धता द्वारा समर्थित, क्षरित भूमि पर वनरोपण के अवसर पैदा करता है। आंध्र प्रदेश और मध्य प्रदेश में परियोजनाओं ने दिखाया है कि कृषि वानिकी या वनरोपण योजनाओं के अन्तर्गत बहाल की गई भूमि उत्पादकता में सुधार करती है और कार्बन क्रेडिट के माध्यम से वित्तीय लाभ उत्पन्न करती है। ये बाजार-आधारित दृष्टिकोण तब फलते-फूलते हैं जब भूमि के मूल्य अधिक होते हैं, क्योंकि बहाल की गई भूमि के पारिस्थितिक और वित्तीय आउटपुट निवेश को अधिक आकर्षक बनाते हैं।

द. उच्च मूल्य वाली कृषि भूमि में बेहतर उत्पादकता: भूमि के बढ़ते मूल्य भूमि मालिकों को अधिकतम लाभ के लिए संधारणीय कृषि पद्धतियों में निवेश करने के लिए प्रोत्साहित करते हैं। यह प्रवृत्ति विशेष रूप से उच्च मूल्य वाले बाजारों तक पहुंच वाले क्षेत्रों में स्पष्ट है। उदाहरण के लिए, महाराष्ट्र के नासिक और पुणे जिलों में, जहाँ कृषि-पर्यटन और निर्यात-उन्मुख फसल की खेती के कारण भूमि के मूल्यों में उछाल आया है, किसान सटीक खेती, जैविक कृषि और बागवानी की ओर चले गए हैं। ये प्रथाएँ उत्पादकता बढ़ाती हैं और मिट्टी के स्वास्थ्य और जल दक्षता में सुधार करती हैं, जो दीर्घकालिक स्थिरता में योगदान करती हैं। इसी तरह, भूमि के बढ़ते मूल्यों ने गेहूं और चावल जैसी पारंपरिक फसलों से उच्च मूल्य वाली बागवानी फसलों की ओर संक्रमण को प्रेरित किया है, जिसे पंजाब और हरियाणा में सरकारी सब्सिडी और बाजार लिंकेज द्वारा समर्थित किया गया है। जैविक खेती या फसल विविधीकरण के माध्यम से मिट्टी के स्वास्थ्य को बहाल करना सुनिश्चित करता है कि भूमि लंबे समय तक उत्पादक और लाभदायक बनी रहे।

य. नवीकरणीय ऊर्जा और औद्योगिक उपयोग का लाभ उठाना: बंजर भूमि क्षेत्रों में भूमि के बढ़ते मूल्य भी नवीकरणीय ऊर्जा परियोजनाओं और औद्योगिक विकास के लिए उनके रणनीतिक उपयोग से जुड़े हैं। बहाल बंजर भूमि पर सौर पार्क, पवन फार्म और औद्योगिक केंद्र महत्वपूर्ण आर्थिक लाभ उत्पन्न करते हैं। उदाहरण के लिए, गुजरात में चरंका सोलर पार्क, जिसने 5,000 हेक्टेयर बंजर भूमि को पुनः उपयोग में लाया, ने आस-पास के समुदायों के लिए आय के नए स्रोत बनाकर स्थानीय भूमि मूल्यों को बढ़ाया है। दिल्ली-मुंबई औद्योगिक गलियारा (डीएमआईसी) एक और उदाहरण है, जहाँ बहाल की गई भूमि को औद्योगिक और लॉजिस्टिक्स केंद्रों में एकीकृत किया गया है, जिससे उनका आर्थिक और पारिस्थितिक मूल्य बढ़ गया है। बहाल की गई भूमि अधिक उत्पादक होती है और भूमि क्षरण के विरुद्ध बफर के रूप में काम करती है, जिससे यह सुनिश्चित होता है कि आर्थिक गतिविधियाँ संधारणीय हैं।

जबकि भूमि के बढ़ते मूल्य क्षरित भूमि के पुनरुद्धार की क्षमता को बढ़ा सकते हैं, वे सट्टा भूमि बाजारों के कारण चुनौतियाँ भी प्रस्तुत करते हैं जो मूल्यों को बढ़ाते हैं। यह मुद्रास्फीति छोटे किसानों और पिछड़े समुदायों के लिए पहुँच को प्रतिबंधित कर सकती है, जिससे उनके लिए भूमि अधिग्रहण करना या बहाली के प्रयासों में निवेश करना कठिन हो जाता है। इसके अलावा, नियामक सुरक्षा उपायों के बिना,

उच्च भूमि मूल्य दीर्घकालिक पारिस्थितिक बहाली के बजाय अल्पकालिक शोषण को प्रोत्साहित कर सकते हैं। आर्थिक विकास के लाभों को पूरी तरह से भुनाने के लिए, बाजार-संचालित दृष्टिकोणों को सुदृढ़ नीतिगत ढाँचों के साथ जोड़ना महत्वपूर्ण है जो पारिस्थितिक स्थिरता और न्यायसंगत पहुँच को प्राथमिकता देते हैं। भारत के व्यापक विकास लक्ष्यों में पुनर्स्थापन को एकीकृत करके, हम यह सुनिश्चित कर सकते हैं कि भूमि आर्थिक विकास और पर्यावरणीय लचीलेपन के लिए एक महत्वपूर्ण संसाधन बनी रहे।

6. तकनीकी प्रगति का लाभ उठाना

प्रौद्योगिकी में प्रगति वैश्विक स्तर पर और भारत में मृदा और जल संरक्षण अनुसंधान और संधारणीय संसाधन प्रबंधन को बदल रही है। ये नवाचार संसाधनों की निगरानी, विश्लेषण और प्रबंधन करने की हमारी क्षमता को बढ़ाते हैं, जिससे भूमि क्षरण, जल की कमी और जलवायु परिवर्तन की चुनौतियों का अधिक प्रभावी ढंग से समाधान करना संभव हो जाता है। नीचे कुछ प्रमुख तकनीकी सफलताएँ और उनके संभावित निहितार्थ दिए गए हैंरू

अ. रिमोट सेंसिंग और भौगोलिक सूचना प्रणाली (जीआईएस): रिमोट सेंसिंग में प्रगति ने मृदा और जल संसाधनों की निगरानी की सटीकता और दक्षता को बढ़ाया है। इसरो के कार्टोसैट और नासा के लैंडसैट मिशनों द्वारा प्रदान की गई उच्च-रिजॉल्यूशन वाली सैटेलाइट इमेजरी, भूमि उपयोग, वनस्पति आवरण और मृदा अपरदन हॉटस्पॉट का विस्तृत मानचित्रण करने में सक्षम बनाती है। हाइपरस्पेक्ट्रल इमेजिंग मिट्टी की पोषक सामग्री के बारे में जानकारी प्रदान करती है, जबकि मल्टीस्पेक्ट्रल कैमरों से लैस ड्रोन लक्षित हस्तक्षेपों के लिए वास्तविक समय, स्थानीयकृत डेटा प्रदान करते हैं। ये उपकरण क्षरित भूमि के मानचित्रण और पुनर्स्थापना के बाद उनकी पुनर्प्राप्ति की निगरानी, कटाव नियंत्रण के लिए महत्वपूर्ण क्षेत्रों की पहचान और वाटरशेड विकास को प्राथमिकता देने में सटीकता और दक्षता बढ़ाते हैं।

ब. एकीकृत वाटरशेड प्रबंधन योजनाओं को डिजाइन करने के लिए जीआईएस उपकरणों का उपयोग करने से कटाव नियंत्रण और चेक डैम और समोच्च खाइयों जैसी जल संचयन संरचनाओं का इष्टतम स्थान सक्षम होता है।

स. आर्टिफिशियल इंटेलिजेंस (एआई) और मशीन लर्निंग (एमएल): आर्टिफिशियल इंटेलिजेंस (एआई) और मशीन लर्निंग (एमएल) में प्रगति मिट्टी और जल संरक्षण में पूर्वानुमान विश्लेषण और निर्णय लेने को बढ़ा रही है। परिष्कृत मॉडल अब मिट्टी के स्वास्थ्य मापदंडों, वर्षा पैटर्न और फसल की पैदावार सहित विविध डेटासेट को एकीकृत कर सकते हैं, ताकि क्षरण प्रवृत्तियों की पहचान की जा सके और अनुकूलित संरक्षण रणनीतियों को डिजाइन किया जा सके। एआई-संचालित प्रणालियाँ गतिशील फीडबैक लूप को भी सक्षम बनाती हैं, जिससे हस्तक्षेप वास्तविक समय के पर्यावरणीय परिवर्तनों के अनुकूल हो सकते हैं। इसके अलावा, ।प् और डस् में विभिन्न भूमि-उपयोग परिदृश्यों के अन्तर्गत मिट्टी के कटाव के संकट का पूर्वानुमान लगाने और जलवायु और जल विज्ञान संबंधी डेटा के आधार पर बाढ़ और सूखे की भविष्यवाणी करके आपदा की तैयारी में सुधार करने में महत्वपूर्ण संभावित अनुप्रयोग हैं। इसके अतिरिक्त, इष्टतम फसलों, सिंचाई कार्यक्रमों और मृदा उपचारों का चयन करने के लिए ।प्-सक्षम निर्णय-समर्थन उपकरण विकसित किए जा सकते हैं।

द. स्मार्ट जल प्रबंधन के लिए इंटरनेट ऑफ थिंग्स (आईओटी): आईओटी प्रौद्योगिकियाँ लागत-प्रभावी, टिकाऊ सेंसर के विकास के साथ आगे बढ़ रही हैं जो मिट्टी की नमी, जल स्तर और सूक्ष्म जलवायु स्थितियों पर वास्तविक समय का डेटा प्रदान करती हैं। ये उपकरण तेजी से वायरलेस संचार नेटवर्क और मोबाइल एप्लिकेशन के साथ एकीकृत हो रहे हैं, जिससे सिंचाई प्रणालियों की दूरस्थ निगरानी और नियंत्रण संभव हो रहा है। ये उपकरण विशेष रूप से सटीक सिंचाई में उपयोगी हैं जो पानी की व्यय को कम करने के लिए मिट्टी की नमी की स्थिति के आधार पर पानी की आपूर्ति को समायोजित करते हैं, भूजल निगरानी नेटवर्क स्थापित करते हैं जो जलभृत स्तरों को ट्रैक करते हैं और अधिक निष्कर्षण को रोकते हैं, और चरम वर्षा के मध्य जल भंडारण को अनुकूलित करने के लिए वर्षा जल संचयन प्रणालियों को स्वचालित करते हैं।

य. मृदा जैव प्रौद्योगिकी और जैव उपचार: मृदा जैव प्रौद्योगिकी में प्रगति में पोषक चक्रण में सुधार, प्रदूषकों को कम करने और मिट्टी की उर्वरता को बहाल करने में सक्षम सूक्ष्मजीव उपभेदों की खोज और अनुप्रयोग सम्मिलित हैं। एंजाइम-आधारित जैव उपचार तकनीकें भी दूषित मिट्टी को शुद्ध करने के लिए प्रमुखता प्राप्त कर रही हैं। ये नवाचार रासायनिक इनपुट को कम करते हुए मिट्टी की उर्वरता बढ़ाने, लवणता, क्षारीयता या भारी धातु संदूषण से प्रभावित क्षेत्रों में मिट्टी के स्वास्थ्य को बहाल करने और अपशिष्ट जल में कार्बनिक प्रदूषकों को तोड़ने के लिए जैव-इंजीनियर जीवों का उपयोग करने, पुनरू उपयोग के लिए पानी की गुणवत्ता में सुधार करने के लिए जैव उर्वरकों और सूक्ष्मजीव इनोक्युलेंट के उपयोग को बढ़ावा देने में उपयोगी हैं।

र. बिग डेटा और क्लाउड कंप्यूटिंग: बिग डेटा एनालिटिक्स के क्षेत्र ने उल्लेखनीय प्रगति की है, विशेष रूप से विशाल और जटिल डेटासेट को संसाधित करने और जांचने के लिए डिजाइन किए गए उन्नत प्लेटफॉर्म के उद्भव के साथ। इन क्लाउड-आधारित प्रणालियों ने वास्तविक समय में जानकारी साझा करने के विधि में क्रांति ला दी है, जिससे विभिन्न हितधारकों के बीच सहयोगात्मक निर्णय लेने को बढ़ावा मिला है। यह विकेंद्रीकृत और सहभागी संसाधन प्रबंधन में विशेष रूप से लाभप्रद है, जहाँ विविध इनपुट और दृष्टिकोण आवश्यक हैं। मिट्टी और जल संरक्षण में, इन क्लाउड सिस्टम के संभावित अनुप्रयोग व्यापक हैं। वे वर्षा पैटर्न, मिट्टी के स्वास्थ्य संकेतक और भूमि-उपयोग परिवर्तनों जैसे महत्वपूर्ण कारकों का गहन, बड़े पैमाने पर विश्लेषण कर सकते हैं। ऐसा करके, ये सिस्टम प्रमुख संरक्षण प्राथमिकताओं की पहचान करने में सहायता करते हैं जो पर्यावरणीय स्थिरता को महत्वपूर्ण रूप से प्रभावित कर सकते हैं। इसके अलावा, क्लाउड-आधारित उपकरण उपयोगकर्ता के अनुकूल इंटरफेस प्रदान करके समुदाय-स्तरीय योजना को सुविधाजनक बना सकते हैं जो जटिल डेटा को कार्रवाई

योग्य अंतर्दृष्टि में अनुवाद करते हैं। ये अंतर्दृष्टि स्थानीय समुदायों को संसाधन प्रबंधन के बारे में सूचित निर्णय लेने के लिए सशक्त बनाती हैं। इसके अतिरिक्त, वे भारत के राष्ट्रीय जल सूचना विज्ञान केंद्र (एलडब्ल्यूआईसी) जैसे व्यापक संसाधन डेटाबेस तक आसान पहुँच प्रदान करके साक्ष्य-आधारित नीति निर्माण में महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं। जानकारी का यह खजाना सुनिश्चित करता है कि नीति निर्माता ठोस डेटा द्वारा समर्थित अच्छी तरह से सूचित निर्णय ले सकते हैं, अंततः अधिक प्रभावी संरक्षण रणनीतियों में योगदान दे सकते हैं।

ल. मिट्टी और जल प्रबंधन में नैनो प्रौद्योगिकीः नैनो प्रौद्योगिकी ने नैनो-मिट्टी के मिश्रण, नैनो-उर्वरक और नैनो-शोषक सहित विभिन्न अत्याधुनिक सामग्रियों के विकास में उल्लेखनीय प्रगति की है। इन नवाचारों को कृषि और पर्यावरण प्रबंधन में मिट्टी के गुणों को बढ़ाने और जल संसाधनों को शुद्ध करने के लिए तेजी से लागू किया जा रहा है, जिससे इन क्षेत्रों में महत्वपूर्ण चुनौतियों का समाधान हो रहा है। नैनो-उर्वरक पौधों को धीमे और नियंत्रित विधि से पोषक तत्व प्रदान करने के लिए डिजाइन किए गए हैं, जिससे पोषक तत्वों का अधिक कुशल अवशोषण हो सके। यह दृष्टिकोण जलमार्गों में पोषक तत्वों के बहाव को कम करता है - जो पर्यावरण प्रदूषण में महत्वपूर्ण योगदानकर्ता है - और सूक्ष्मजीव गतिविधि को बढ़ावा देकर और पोषक तत्व संतुलन बनाए रखते हुए समग्र मिट्टी के स्वास्थ्य में सुधार करता है। परिणाम स्वरूप, किसान पारंपरिक उर्वरकों के पर्यावरणीय प्रभाव को कम करते हुए बेहतर फसल उपज प्राप्त कर सकते हैं। दूसरी ओर, नैनो-मिट्टी मिट्टी के जल प्रतिधारण को बेहतर बनाने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाती है। मिट्टी के सतह क्षेत्र को महत्वपूर्ण रूप से बढ़ाने वाले छोटे कणों से युक्त, ये सामग्रियां मिट्टी की नमी को बनाए रखने की क्षमता को बढ़ाती हैं। यह विशेषता विशेष रूप से शुष्क और अर्ध-शुष्क क्षेत्रों के लिए लाभप्रद है जहाँ पानी की कमी एक गंभीर मुद्दा है। मिट्टी में नैनो-क्ले को सम्मिलित करके, किसान यह सुनिश्चित कर सकते हैं कि सूखे के दौरान भी फसलों को पर्याप्त जलयोजन मिले, जिससे जलवायु परिवर्तनशीलता के प्रति लचीलापन बेहतर हो। जल शोधन के क्षेत्र में, नैनो-फिल्टर पीने के पानी की आपूर्ति से दूषित पदार्थों को हटाने के विधि में क्रांतिकारी बदलाव ला रहे हैं। ये उन्नत फिल्टर भारी धातुओं और आर्सेनिक जैसे हानिकारक पदार्थों को प्रभावी ढंग से खत्म करते हैं, जो दूषित जल स्रोतों पर निर्भर समुदायों के लिए गंभीर स्वास्थ्य संकट पैदा करते हैं। नैनो-एडसॉर्बेंट्स लगाने से इन फिल्टरेशन सिस्टम की दक्षता बढ़ जाती है, जिससे पीने के लिए साफ और सुरक्षित पानी सुनिश्चित होता है। कृषि पद्धतियों और जल प्रबंधन में नैनो तकनीक को एकीकृत करने से सतत विकास का समर्थन होता है, स्वस्थ पारिस्थितिकी तंत्र बनाने में सहायता मिलती है और दुनिया भर के लोगों के जीवन की गुणवत्ता में सुधार होता है।

व. जलवायु-प्रतिरोधी फसलें और आनुवंशिक इंजीनियरिंगः जैव प्रौद्योगिकी ने ब्प्पै्च्त्.बें9 जैसे उपकरणों के साथ महत्वपूर्ण प्रगति की है, जिससे सटीक आनुवंशिक संशोधन संभव हो सके। इन प्रगतियों ने सूखे, लवणता और गर्मी के तनाव के प्रति प्रतिरोधी फसल प्रजातियों को विकसित करने में सहायता की है। उभरती जैव प्रौद्योगिकी क्षमताओं में तनावग्रस्त पारिस्थितिकी प्रणालियों में उत्पादकता बढ़ाने और संवेदनशील क्षेत्रों में भूमि और जल संसाधनों पर दबाव कम करने की प्रभावशाली क्षमता है। नमक-सहिष्णु फसलें खारी मिट्टी के उत्पादक उपयोग को सक्षम बनाती हैं, जिससे व्यापक पुनर्ग्रहण प्रयासों की आवश्यकता कम हो जाती है। इसके अतिरिक्त, अधिक गहरी और व्यापक जड़ प्रणालियों वाले आनुवंशिक रूप से इंजीनियर पौधे सतही अपवाह और कटाव को कम करने, मिट्टी की संरचना में सुधार करने और भूजल पुनर्भरण को बढ़ाने में विशेष रूप से उपयोगी होते हैं। जैव प्रौद्योगिकी ने उल्लेखनीय प्रगति प्राप्त की है, मुख्य रूप से ब्प्पै्च्त्.बें9 जैसे अभिनव उपकरणों के माध्यम से, जो विभिन्न जीवों में सटीक और लक्षित आनुवंशिक संशोधनों की अनुमति देते हैं। इस तकनीक ने फसल प्रजातियों के विकास की सुविधा प्रदान करके कृषि पद्धतियों में क्रांति ला दी है जो सूखे, लवणता और गर्मी के तनाव जैसे पर्यावरणीय तनावों के प्रति बेहतर लचीलापन प्रदर्शित करती हैं। जैव प्रौद्योगिकी में ये प्रगति कृषि उत्पादकता को बदलने की प्रभावशाली क्षमता रखती है, विशेष रूप से पारिस्थितिकी तंत्र में जो प्रतिकूल जलवायु परिस्थितियों के अधीन है। तनावग्रस्त वातावरण में फसलों की खेती को सक्षम करके, हम भूमि और जल संसाधनों पर दबाव को कम कर सकते हैं, विशेष रूप से संवेदनशील क्षेत्रों में जहाँ पारंपरिक खेती की प्रथाएँ अस्थिर हो सकती हैं। नमक-सहिष्णु फसलों का आरम्भ विशेष रूप से उल्लेखनीय है, क्योंकि यह खारे मिट्टी के उत्पादक उपयोग की अनुमति देती है जो अन्यथा अनुत्पादक रह जाती। यह व्यापक और प्रायः महंगी मिट्टी सुधार प्रयासों की आवश्यकता को कम करता है और खारे परिस्थितियों वाले क्षेत्रों में खेती के लिए नए अवसर खोलता है। गहरी और अधिक व्यापक जड़ प्रणालियों के साथ आनुवंशिक रूप से इंजीनियर पौधों का विकास टिकाऊ खेती प्रथाओं में महत्वपूर्ण है। ये बढ़ी हुई जड़ संरचनाएँ सतह के अपवाह और कटाव को काफी कम कर सकती हैं, जो कृषि भूमि में आम समस्याएँ हैं। इसके अतिरिक्त, वे मिट्टी की संरचना में सुधार करते हैं, जिससे पानी की बेहतर अवधारण और पोषक तत्व की उपलब्धता होती है। भूजल पुनर्भरण को बढ़ाकर, ये पौधे पारिस्थितिकी तंत्र के समग्र स्वास्थ्य में योगदान करते हैं, यह सुनिश्चित करते हुए कि आवश्यक प्राकृतिक संसाधनों को संरक्षित करते हुए कृषि प्रथाओं को लंबे समय तक बनाए रखा जा सकता है।

श. संसाधन प्रबंधन के लिए नवीकरणीय ऊर्जाः मृदा और जल प्रबंधन प्रणालियों के साथ नवीकरणीय ऊर्जा प्रौद्योगिकियों को एकीकृत करने में हाल के वर्षों में उल्लेखनीय प्रगति देखी गई है। यह मुख्य रूप से अत्यधिक कुशल सौर पैनल, पवन टर्बाइन और अभिनव हाइब्रिड ऊर्जा समाधान विकसित करने से प्रेरित है जो प्रदर्शन को अनुकूलित करने के लिए कई ऊर्जा स्रोतों को जोड़ते हैं। एक महत्वपूर्ण सुधार बैटरी भंडारण प्रौद्योगिकी में है, जो इन नवीकरणीय ऊर्जा प्रणालियों की विश्वसनीयता और प्रभावशीलता को बढ़ाने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है। इन प्रौद्योगिकियों का एक व्यावहारिक अनुप्रयोग सौर ऊर्जा से

चलने वाले सिंचाई पंपों का कार्यान्वयन है। ये पंप जीवाश्म ईंधन पर निर्भरता को कम करते हैं और भूजल के अत्यधिक दोहन को रोकने में सहायता करते हैं, जिससे टिकाऊ कृषि पद्धतियों को बढ़ावा मिलता है। सिंचाई के लिए सौर ऊर्जा का उपयोग करके, किसान जल संसाधनों तक अधिक कुशलता से पहुँच सकते हैं, यह सुनिश्चित करते हुए कि उनकी फसलों को स्थानीय जलभृतों को कम किए बिना आवश्यक जलयोजन प्राप्त हो। तटीय क्षेत्रों में, पवन ऊर्जा से चलने वाली विलवणीकरण इकाइयाँ कृषि उपयोग के लिए मीठे पानी को उपलब्ध कराने के लिए एक अभिनव समाधान के रूप में उभरी हैं। इसके अलावा, ऑफ-ग्रिड वर्षा जल संचयन और जल शोधन पहलों का समर्थन करने के लिए हाइब्रिड नवीकरणीय ऊर्जा प्रणालियाँ विकसित की गई हैं। ये प्रणालियाँ दूरदराज या कम पानी वाले क्षेत्रों में काम कर सकती हैं, वर्षा जल को इकट्ठा करने और संग्रहीत करने के लिए विभिन्न तकनीकों को एकीकृत करते हुए यह सुनिश्चित करती हैं कि यह पीने और सिंचाई के लिए उपयुक्त है। प्रभावी जल प्रबंधन प्रथाओं के साथ नवीकरणीय ऊर्जा स्रोतों को संयोजित करने से कृषि परिदृश्य में स्थिरता और लचीलापन बढ़ता है।

स. पारदर्शी संसाधन प्रबंधन के लिए ब्लॉकचेनः ब्लॉकचेन एक विकेन्द्रीकृत और वितरित खाता बही तकनीक है जो लेनदेन को सुरक्षित, पारदर्शी और अपरिवर्तनीय रूप से रिकॉर्ड करती है। यह किसी केंद्रीय प्राधिकरण के बिना संचालित होता है, इसके बजाय डेटा को मान्य करने और बनाए रखने के लिए कंप्यूटर (नोड्स) के नेटवर्क पर निर्भर करता है। आरम्भ में बिटकॉइन जैसी क्रिप्टोकरेंसी द्वारा लोकप्रिय, ब्लॉकचेन तकनीक ने तब से वित्त, आपूर्ति श्रृंखला, स्वास्थ्य सेवा और संसाधन प्रबंधन सहित विभिन्न क्षेत्रों में विस्तार किया है। यह तकनीक तेजी से विकसित हो रही है, जिसमें स्केलेबिलिटी मुद्दों को संबोधित करने वाले लेयर 2 समाधान और ऊर्जा खपत को कम करने के लिए ग्रीन ब्लॉकचेन पहल जैसे नवाचार सम्मिलित हैं। जैसे-जैसे इसे अपनाया जा रहा है, ब्लॉकचेन सुरक्षा, पारदर्शिता और दक्षता बढ़ाकर उद्योगों को बदलने के लिए तैयार है। मिट्टी और जल संरक्षण के संदर्भ में, ब्लॉकचेन तकनीक में संसाधन प्रबंधन में पारदर्शिता, जवाबदेही और दक्षता में सुधार करने की अपार क्षमता है। इसके अनुप्रयोग जल उपयोग अधिकारों और लेनदेन को ट्रैक करने में सहायता कर सकते हैं, जिससे संसाधनों का न्यायसंगत और टिकाऊ आवंटन सुनिश्चित हो सकता है। इसके अतिरिक्त, यह यह सत्यापित करके पारिस्थितिकी तंत्र सेवाओं (पीइएस) के लिए भुगतान का समर्थन कर सकता है कि बहाली के लक्ष्य पूरे हो गए हैं और वनीकरण परियोजनाओं में कार्बन पृथक्करण के पारदर्शी माप और रिपोर्टिंग के माध्यम से कार्बन क्रेडिट ट्रेडिंग की सुविधा प्रदान कर रहा है। ब्लॉकचेन भूमि स्वामित्व रिकॉर्ड भी बनाए रख सकता है, विवादों को कम कर सकता है और सुरक्षित कार्यकाल सुनिश्चित कर सकता है, जो भूमि बहाली को प्रोत्साहित करने के लिए महत्वपूर्ण है। स्मार्ट कॉन्ट्रैक्ट भूमि बहाली परियोजनाओं को सत्यापित स्वामित्व रिकॉर्ड से जोड़ सकते हैं, जिससे लाभार्थियों को उचित पुरस्कार या

सब्सिडी मिल सके। भारत के डिजिटल इंडिया लैंड रिकॉर्ड्स मॉडर्नाइजेशन प्रोग्राम (डीआईएलआरएमपी) जैसे कार्यक्रम धोखाधड़ी को रोकने और बहाली पहलों में विश्वास बढ़ाने के लिए ब्लॉकचेन तकनीक को एकीकृत कर सकते हैं।

ये तकनीकी सफलताएँ मिट्टी और जल संसाधनों को प्रभावी ढंग से संरक्षित करने की क्षमता को महत्वपूर्ण रूप से बढ़ाती हैं। रिमोट सेंसिंग, एआई, आईओटी और नैनोटेक्नोलॉजी जैसे उन्नत उपकरणों को एकीकृत करके, शोधकर्ता और नीति निर्माता संसाधन क्षरण, जलवायु परिवर्तन और खाद्य सुरक्षा की चुनौतियों का समाधान करने के लिए लक्षित, डेटा-संचालित रणनीतियाँ विकसित कर सकते हैं। सार्वजनिक और निजी भागीदारी के माध्यम से इन नवाचारों को आगे बढ़ाना भारत और वैश्विक स्तर पर सतत विकास लक्ष्यों को प्राप्त करने के लिए महत्वपूर्ण होगा।

7. उभरते सांस्कृतिक और सामाजिक रुझान

स्थानीय समुदाय और लाभार्थी समूह सतत संसाधन प्रबंधन के सबसे महत्वपूर्ण घटक हैं। वैश्विक और राष्ट्रीय स्तर पर सांस्कृतिक और सामाजिक परिवर्तन समुदायों और सरकारों के संसाधन प्रबंधन के विधि को तेजी से आकार दे रहे हैं। ये परिवर्तन जन जागरूकता, नीतिगत प्राथमिकताओं और सामुदायिक भागीदारी को प्रभावित करते हैं, जो सभी स्थायी संसाधन प्रबंधन को प्राप्त करने में महत्वपूर्ण हैं। नीचे मृदा और जल संरक्षण के लिए प्रमुख रुझान और उनके निहितार्थ दिए गए हैं।

क. पर्यावरण जागरूकता में वृद्धिः वैश्विक स्तर पर, शिक्षा, मीडिया अभियान और जमीनी स्तर के आंदोलनों द्वारा पर्यावरण जागरूकता बढ़ रही है। फ्राइडेज फॉर फ्यूचर क्लाइमेट मूवमेंट और पारिस्थितिकी तंत्र बहाली पर संयुक्त राष्ट्र दशक जैसी पहल टिकाऊ प्रथाओं पर जोर देती हैं। टिकाऊ संसाधन प्रबंधन के लिए सार्वजनिक माँग ने मजबूत नीतियों, बहाली परियोजनाओं के लिए धन और समुदाय-आधारित संरक्षण पहलों को जन्म दिया है।

ख. टिकाऊ जीवन शैली की ओर बदलावः जैविक खेती और पानी की बचत करने वाली प्रथाओं जैसे पर्यावरण के अनुकूल उपभोग में बढ़ती रुचि, टिकाऊ जीवन शैली की ओर बदलाव को दर्शाती है। यह कृषि वानिकी, वर्षा जल संचयन और रासायनिक इनपुट पर कम निर्भरता जैसी प्रथाओं का समर्थन करता है, जो मिट्टी के स्वास्थ्य और जल संरक्षण को लाभ पहुंचाते हैं।

ग. शहरीकरण और भूमि उपयोग पैटर्न में बदलावः तेजी से शहरीकरण कृषि भूमि को शहरी स्थानों में बदल देता है, जिससे प्राकृतिक संसाधनों पर दबाव बढ़ जाता है। हरित मूलभूत ढांचे को एकीकृत करने वाली शहरी नीतियों, जैसे कि पारगम्य फुटपाथ और हरी छतों की आवश्यकता है, ताकि तूफानी पानी का प्रबंधन किया जा सके और मिट्टी के क्षरण को कम किया जा सके।

घ. समुदाय-नेतृत्व वाले संरक्षण आंदोलनः वैश्विक स्तर पर, संसाधन संरक्षण के लिए समुदाय-नेतृत्व वाली पहलों का पुनरुत्थान हो रहा है, जैसे कि जल उपयोगकर्ता संघ और भूमि बहाली सहकारी समितियाँ। ये आंदोलन स्थानीयकृत और सांस्कृतिक रूप से प्रासंगिक मिट्टी और जल संरक्षण तकनीकों को बढ़ावा देते हैं, जो प्रायः पारंपरिक ज्ञान पर आधारित होते हैं।

च. जलवायु न्याय और समानता आंदोलनः जलवायु न्याय के समर्थक पिछड़े समुदायों पर जलवायु परिवर्तन के असंगत प्रभाव को उजागर करते हैं। संसाधनों तक समान पहुँच को एकीकृत करने के लिए नीतियाँ विकसित हो रही हैं, जिससे यह सुनिश्चित हो सके कि छोटे किसान और स्वदेशी समुदाय संरक्षण प्रयासों से लाभान्वित हों।

च. पारंपरिक ज्ञान का पुनरुद्धारः भारत की स्वदेशी ज्ञान प्रणालियों, जैसे कि रिज-टू-वैली वाटरशेड दृष्टिकोण और दक्षिण भारत में पारंपरिक टैंक सिंचाई प्रणालियों की मान्यता बढ़ रही है। इन प्रथाओं को पुनर्जीवित करने से सामुदायिक भागीदारी बढ़ती है और कुशल संसाधन प्रबंधन को बढ़ावा देते हुए और स्थानीय समुदायों को सशक्त बनाते हुए विकासात्मक पहलों में अपनेपन की भावना को बढ़ावा मिलता है।

छ. संरक्षण में युवाओं की भागीदारीः नेशनल ग्रीन कॉर्प्स और छात्र-संचालित अभियान जैसे कार्यक्रम युवा भारतीयों को पर्यावरण संरक्षण में सम्मिलित करते हैं। युवाओं की भागीदारी अभिनव समाधानों को बढ़ावा देती है और संरक्षण कार्यक्रमों की दीर्घकालिक स्थिरता सुनिश्चित करती है।

ज. संसाधन प्रबंधन में महिला नेतृत्वः महिलाएं मिट्टी और जल संरक्षण पहलों में तेजी से आगे बढ़ रही हैं, खासकर ग्रामीण क्षेत्रों में। स्व-सहायता समूह (एसएचजी) जैसी पहल महिलाओं को संसाधन प्रबंधन परियोजनाओं की जिम्मेदारी लेने में सक्षम बनाती हैं। इससे सामुदायिक स्वामित्व बढ़ता है और यह सुनिश्चित होता है कि संरक्षण प्रथाएँ स्थानीय आवश्यकताओं के अनुरूप हों।

झ. पर्यावरण के प्रति जागरूक खेती प्रथाओं का उदयः जैविक खेती और प्राकृतिक खेती आंदोलन, जैसे कि भारत की परम्परागत कृषि विकास योजना के अन्तर्गत प्रचारित, गति पकड़ रहे हैं। ये प्रथाएँ मिट्टी के स्वास्थ्य में सुधार करती हैं, जल प्रदूषण को कम करती हैं और प्रकृति के प्रति सम्मान की भावना विकसित करते हुए स्थायी कृषि को बढ़ावा देती हैं।

ट. धार्मिक और सांस्कृतिक पहलः धार्मिक संगठनों और सांस्कृतिक उत्सवों का उपयोग पर्यावरण संरक्षण को बढ़ावा देने के लिए किया जा रहा है, जैसे कि वन महोत्सव जैसे त्योहारों के दौरान वृक्षारोपण अभियान या नदी पुनरुद्धार के लिए अभियान। ये पहल सामुदायिक भागीदारी को बढ़ावा देती हैं और संरक्षण संदेशों को बढ़ाती हैं।

ठ. समाज का डिजिटल परिवर्तनः संचार प्रौद्योगिकी में क्रांति ने ग्रामीण और शहरी समुदायों को डिजिटल रूप से बदल दिया है। फसल प्रबंधन, मौसम पूर्वानुमान, प्रौद्योगिकी अपडेट, कृषि उपज का विपणन, जल उपयोग दक्षता और सटीक खेती के लिए मोबाइल ऐप सहित डिजिटल उपकरणों को अपनाने से कृषि पद्धतियों में बदलाव आ रहा है। किसान

मिट्टी के स्वास्थ्य की निगरानी, सिंचाई को अनुकूलित करने और संसाधनों के अत्यधिक दोहन को रोकने के लिए प्रौद्योगिकी का तेजी से उपयोग कर रहे हैं।

ड. ग्रामीण क्षेत्रों में बदलती आकांक्षाएँ: ग्रामीण क्षेत्रों में शहरी जैसी जीवनशैली की आकांक्षाएँ प्रायः संसाधनों के असंवहनीय उपयोग को जन्म देती हैं। ग्रामीण क्षेत्रों से शहरी क्षेत्रों में पलायन भूमि उपयोग पैटर्न और संरक्षण के लिए श्रम उपलब्धता को बदल देता है। ग्रामीण विकास योजनाओं में संरक्षण प्रथाओं को एकीकृत करके आकांक्षाओं को स्थिरता लक्ष्यों के साथ जोड़कर इस चुनौती का समाधान किया जा सकता है। मशीनीकृत और समुदाय-आधारित संरक्षण तकनीकों को बढ़ावा देने से श्रम की कमी को दूर किया जा सकता है।

उभरते सांस्कृतिक और सामाजिक परिवर्तन वैश्विक स्तर पर और भारत में मृदा और जल संरक्षण परिदृश्य को नया आकार दे रहे हैं। पर्यावरण जागरूकता, पारंपरिक ज्ञान और सामुदायिक भागीदारी पर बढ़ता जोर संरक्षण प्रयासों को मजबूत करने के लिए महत्वपूर्ण अवसर प्रदान करता है। हालाँकि, शहरीकरण, बदलती ग्रामीण आकांक्षाओं और समान संसाधन वितरण जैसी चुनौतियों का समाधान करने के लिए नवीन और समावेशी रणनीतियों की आवश्यकता होगी। इन सांस्कृतिक और सामाजिक बदलावों को संधारणीय प्रथाओं के साथ जोड़कर, मृदा और जल संरक्षण दीर्घकालिक पारिस्थितिक और सामाजिक कल्याण में योगदान दे सकता है। जल शक्ति अभियान और नमामि गंगे जैसी नीतियाँ एकीकृत संसाधन प्रबंधन पर दृढ़ता से ध्यान केंद्रित करती हैं। ऐसे कार्यक्रम सामुदायिक भागीदारी सुनिश्चित करते हुए संरक्षण प्रयासों को बढ़ाने के लिए एक रूपरेखा तैयार करते हैं।

8. भावी राहः

हमारे तेजी से विकसित हो रहे सांस्कृतिक और सामाजिक-आर्थिक परिदृश्य में, मुख्य रूप से विज्ञान और प्रौद्योगिकी में महत्वपूर्ण प्रगति से प्रभावित होकर, प्राकृतिक संसाधनों के प्रबंधन के बारे में हमारी धारणाएँ और प्राथमिकताएँ बदल रही हैं। जैसे-जैसे हम प्राकृतिक पारिस्थितिकी प्रणालियों के भीतर विभिन्न घटकों की जटिलताओं और परस्पर संबंधों में गहराई से उतरते हैं, यह तेजी से स्पष्ट हो जाता है कि पृथ्वी की प्रणालियों को बहाल करने की तत्काल आवश्यकता है, जो औद्योगिक प्रदूषण, वनों की कटाई और अस्थिर कृषि प्रथाओं जैसी मानवजनित गतिविधियों के कारण गंभीर रूप से क्षीण हो गई हैं। राष्ट्र जलवायु परिवर्तन और संसाधन प्रबंधन को संबोधित करने में सीमा पार सहयोग की महत्वपूर्ण भूमिका को पहचानते हैं। ग्रीन क्लाइमेट फंड (जीसीएफ) जैसे वैश्विक जलवायु कोष कमजोर क्षेत्रों में मिट्टी की बहाली और जल प्रबंधन परियोजनाओं का समर्थन करते हैं। देश अपनी नीतियों को अंतर्राष्ट्रीय प्रतिबद्धताओं के साथ जोड़ रहे हैं, संधारणीय संसाधन उपयोग और पारिस्थितिकी तंत्र बहाली पर जोर दे रहे हैं। उन्नत मिट्टी और जल संरक्षण प्रौद्योगिकियों को साझा करने की सुविधा के लिए सहयोग बढ़ाने की आवश्यकता, सम्भावना और इच्छा है। यह प्रक्रिया उनकी प्रासंगिकता का आँकलन करेगी और जलवायु परिवर्तन, मृदा अपरदन और जल की कमी जैसे समकालीन विषयों को संबोधित करने में उनकी प्रभावकारिता को बढ़ाएगी। भारत के विविध कृषि पारिस्थितिकी तंत्रों में भूमि क्षरण के महत्वपूर्ण हॉटस्पॉट का प्रतिनिधित्व करने वाले बेंचमार्क मॉडल स्थापित करना विवेकपूर्ण होगा। ऐसे मॉडल महत्वपूर्ण केस स्टडी के रूप में काम करेंगे, जिससे शोधकर्ताओं और नीति निर्माताओं को वर्तमान संदर्भ में मौजूदा तकनीकी विकल्पों का आँकलन करने में सहायता मिलेगी। इन क्षेत्रों पर ध्यान केंद्रित करके, हम नवोन्मेषी प्रथाओं और प्रौद्योगिकियों से उत्पन्न होने वाले आगामी अवसरों का लाभ उठाते हुए क्षरण से निपटने के लिए सफल रणनीतियों की पहचान कर सकते हैं। यह व्यापक दृष्टिकोण यह सुनिश्चित करेगा कि हमारे प्रयास भविष्य की पीढ़ियों के लिए हमारे प्राकृतिक पारिस्थितिकी तंत्र के स्वास्थ्य को बहाल करने और संरक्षित करने में प्रभावी और टिकाऊ दोनों हों।

संदर्भ

Barbier, E. B. (2011). Pricing nature. Annual Review of Resource Economics, 3, 337-353.
Dasgupta, P. (2021). The Economics of Biodiversity: The Dasgupta Review. HM Treasury.
Indian Council of Agricultural Research (ICAR) (2020). Soil Erosion in India: Extent, Causes, and Consequences. ICAR Publication
IPCC (2019). Climate Change and Land: An IPCC Special Report on Climate Change, Desertification, Land Degradation, Sustainable Land Management, Food Security, and Greenhouse Gas Fluxes in Terrestrial Ecosystems. Intergovernmental Panel on Climate Change.
Knight Frank. (2021). India Real Estate Residential and Office Market 2021. Retrieved from content.knightfrank.com.
Sharda, V. N. and Dogra, P. (2013). Assessment of Productivity and Monetary Losses Due to Water Erosion in Rainfed Crops Across Different States of India for Prioritization and Conservation Planning. Agricultural Research 2(4): 382-392. DOI:10.1007/s40003-013-0087-1
Sharda, V. N., & Ojasvi, P. R. (2016). A Revised Soil Erosion Budget for India: Role of Reservoir Sedimentation and Land-Use Protection Measures. Earth Surface Processes and Landforms, 41, 2007-2023. https://doi.org/10.1002/esp.3965
World Bank. (2023). Urban Population Growth (annual %). Retrieved from https://tradingeconomics.com/world/urban-population-growth-annual-percent-wb-data.html
Wunder, S. (2005). Payments for environmental services: Some nuts and bolts. CIFOR Occasional Paper.

फाइबर-प्रबलित पॉलिमर: जल प्रबंधन के लिए एक व्यवहार्य समाधान

डॉ राकेश शारदा

परियोजनाप्रोजेक्ट समन्वयक, कृषि संरचना और पर्यावरण प्रबंधन में प्लास्टिक इंजीनियरिंग पर एक्रिप (एआईसीआरपी)
आईसीएआर-सीआईपीएचईटी (सीफेट), लुधियाना

परिचय

फाइबर-प्रबलित पॉलिमर (एफआरपी) या कंपोजिट दो या अधिक सामग्रियों का संयोजन होते हैं, जिन्हें संयोजित करने पर, अलग-अलग अवयवों की तुलना में बेहतर गुणों वाली सामग्री प्राप्त होती है। एक सामग्री को सुदृढीकरण कहा जाता है, और दूसरी एक ठोस सामग्री होती है जिसे मैट्रिक्स या निरंतर चरण के रूप में जाना जाता है। संयोजन सामग्री की रासायनिक और यांत्रिक बातचीत समग्र सामग्री के गुणों को निर्धारित करती है।

तन्य शक्ति के लिए सुदृढीकरण सामग्री ग्लास फाइबर या कार्बन फाइबर हो सकती है। पॉलिमर रेजिन आमतौर पर पॉलिएस्टर होता है, हालांकि विनाइल एस्टर या एपॉक्सी का उपयोग किया जा सकता है। एफआरपी हल्का होता है, इसमें उच्च तन्य शक्ति होती है, और इसे कई रूपों जैसे कपड़े, पट्टियाँ और छड में निर्मित किया जा सकता है। आम रूप कपड़े, पट्टियाँ और छड़ें हैं। इसे संरचनात्मक आकृतियों में भी पुलट्रूड किया जा सकता है।

एफआरपी सामग्रियों में उच्च यांत्रिक शक्ति, हल्के वजन, संक्षारण प्रतिरोध, उच्च तापमान प्रतिरोध, गर्मी इन्सुलेशन, चिकनी आंतरिक सतह, जटिल आकृतियों का आसान निर्माण, आसान मरम्मत और लागत-दक्षता के लाभ हैं। एफआरपी की मरम्मत करना आसान है, इसके लिए सामान्य कौशल और बहुत कम या बिना किसी उपकरण की आवश्यकता होती है, यहाँ तक कि साइटों पर भी। एफआरपी बेहतर तन्यता, लचीलापन और प्रभाव शक्ति व्यवहार प्रदान करता है। इन मिश्रित सामग्रियों का उपयोग खिलौनों से लेकर टेनिस रैकेट और नावों से लेकर विमान और एयरोस्पेस भागों तक विभिन्न उपकरणों में किया जाता है।

एफआरपी को कई प्रक्रियाओं का उपयोग करके बनाया जा सकता है, जैसे कि हैंड लेअप, स्प्रे लेमिनेशन, रेजिन ट्रांसफर की निरंतर लेमिनेशन स्पिन कास्टिंग विविधताएँ और इंजेक्शन मोल्डिंग। एफआरपी उत्पादों का उत्पादन करने के लिए हैंड लेअप प्रक्रिया सबसे अधिक प्रयोगइस्तेमाल की जाने वाली प्रक्रिया है।

जल प्रबंधन में एफआरपी आवश्यक सामग्री के रूप में उभरे हैं, जो विभिन्न अनुप्रयोगों के लिए अभिनव समाधान प्रदान करते हैं। जल संसाधनों से जुड़ी चुनौतियों का समाधान करने में एफआरपी एक महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं। यहाँ, हम जल प्रबंधन के लिए एफआरपी के क्षेत्र में कई प्रमुख उप-विषयों का पता लगाते हैं:

मृदा और जल संरक्षण संरचनाएँ

चेक डैम एक छोटा, कभी-कभी अस्थायी, बांध होता है जो जल प्रवाह

वेग को कम करके कटाव को नियंत्रित करने के लिए वाटरशेड आउटलेट या जलमार्ग पर बनाया जाता है। चेक डैम कोई नई तकनीक नहीं है। वे आम तौर पर, हालांकि हमेशा नहीं, रुचि के क्षेत्र में नियमित अंतराल पर स्थित कई बांधों की एक प्रणाली में लागू किए जाते हैं।

चेक डैम सामग्री में चट्टान, सैंडबैग, त्रिकोणीय तलछट बांध, कंक्रीट, स्टील, पूर्वनिर्मित सिस्टम या अन्य सामग्री सम्मिलित हो सकती है। चेक डैम जैसी स्थायी मृदा और जल संरक्षण संरचनाएँ, प्रबलित कंक्रीट का उपयोग करके बनाई जाती हैं। ऊबड़-खाबड़ इलाके और संरक्षण स्थलों तक सड़क नेटवर्क की अनुपस्थिति के कारण, इन स्थलों तक निर्माण सामग्री ले जाना चुनौतीपूर्ण है। ये चेक डैम एफआरपी सामग्रियों से बनाए जा सकते हैं, जिन्हें बनाना आसान है, ये हल्के होते हैं और इन्हें रखरखाव की आवश्यकता नहीं होती है। बांध के स्वयं के वजन को बढ़ाने के लिए स्थानीय रूप से उपलब्ध सामग्रियों का उपयोग किया जा सकता है। प्रबलित कंक्रीट बांधों की तुलना में निर्मित एफआरपी चेक डैम बहुत सस्ते होते हैं।

प्लास्टिक इंजीनियरिंग कृषि संरचना और पर्यावरण प्रबंधन (पीईएएसईएम), कृषि विज्ञान विश्वविद्यालय, रायचूर केंद्र पर आईसीएआर-अखिल भारतीय समन्वित अनुसंधान परियोजना (एआईसीआरपी) में अध्ययन किया गया था, जिसका उद्देश्य प्रबलित सीमेंट कंक्रीट के समतुल्य संरचनात्मक गुणों वाले एफआरपी का उपयोग करके एक चेक डैम का डिजाइन और निर्माण करना था। चेक डैम के संरचनात्मक घटक, अर्थात, हेडवॉल, हेडवॉल एक्सटेंशन, साइड वॉल, एप्रन, आदि को एफआरपी में गढ़ा गया था। चयनित निर्माण स्थल को साफ किया गया, और डिजाइन के अनुसार उचित चिह्नों के साथ खाई खोदने में आवश्यक मिट्टी का काम किया गया। घटकों को निर्माण स्थल पर स्थानांतरित कर दिया गया, चिह्नों के अनुसार साइट पर रखा गया, और एक साथ सील कर दिया गया। स्वयं के वजन और संरचनात्मक स्थिरता हासिल करने के लिए गलीबेड रेत और खोदी गई मिट्टी को स्थापित बक्सों के अंदर भर दिया गया बांध ने 2024 के मानसून में लगभग 139500 क्यू.मी. अपवाह एकत्र किया है।

चित्र. 1 एफआरपी चेक डैम

वर्षा जल पुनर्भरण/संचयन संरचनाएँ

वर्षा जल पुनर्भरण संरचनाओं में, आसवन टैंक एक आवश्यक घटक है। इसमें फिल्टर के साथ-साथ गाद निकालने वाला कक्ष भी होता है। यह टैंक जमीन में खोदा गया है और इसमें ईंट की चिनाई और सीमेंट मोर्टार सम्मिलित है। पुनर्भरण संरचना में तीन भाग होते हैं गाद निकालने वाला कक्ष, फिल्टर और बफर स्टोरेज। ऐसी संरचना की लागत 500 वर्ग मीटर क्षेत्र के लिए लगभग 90000/- रुपये है। हालाँकि, समान आकार, बेहतर मजबूती और जीवन के लिए, एफआरपी टैंक की लागत बहुत कम होगी।

एफआरपी-आधारित वर्षा जल भंडारण टैंकों का सेवा योग्य जीवन 100 वर्षों तक हो सकता है। गैर-विषाक्त सामग्रियों का उपयोग करके उनका निर्माण उन्हें सिंचाई और घरेलू अनुप्रयोगों के लिए उपयुक्त बनाता है। एफआरपी सामग्रियों के जीवाणुरोधी गुण पानी की गुणवत्ता और सुरक्षा को और बढ़ाते हैं। चूँकि इन टैंकों में कोई जोड़ नहीं होता है, इसलिए रिसाव और अन्य गिरावट कारकों का संकटजोखिम कम हो जाता है, जिससे टैंक के सेवा योग्य जीवन में रखरखाव की कोई आवश्यकता नहीं होती है।

सिंचाई संरचनाएँ

खेत पर सिंचाई संरचनाओं में चेक गेट, पोर्टेबल चेक डैम, टर्नआउट, फ्लूम, पुलिया और उल्टे साइफन सम्मिलित हैं। चेक गेट आमतौर पर स्टील से बने होते हैं और ईंट की चिनाई के साथ चैनल में स्टील फ्रेम में तय किए जाते हैं। इनका जीवनकाल छोटा होता है, एक या दो साल में जंग लग जाता है। एफआरपी से बने चेक गेट का जीवनकाल लंबा होता है। इसी तरह, एफआरपी से बनी अन्य संरचनाएँ हल्की, पोर्टेबल होंगी और इनका जीवनकाल लंबा होगा। ये एफआरपी संरचनाएँ खेत पर स्थायी संरचनाएँ नहीं बनाएँगी। खेत में वांछित अभिविन्यास के अनुसार उनके फील्ड प्लेसमेंट को बदला जा सकता है।

अपशिष्ट जल प्रबंधन

अपशिष्ट जल उपचार संयंत्रों को रखरखाव की काफी चुनौतियों का सामना करना पड़ता है। पानी से भरपूर वातावरण और उच्च नमी के स्तर के लगातार संपर्क में रहने से जंग लगने की प्रक्रिया तेज हो जाती है, जिससे स्टील कंटेनर जैसे संरचनात्मक तत्वों का कार्यात्मक जीवनकाल छोटा हो जाता है।

विषाक्त रसायनों के इस उच्च संपर्क से संरचनात्मक अखंडता कम हो जाती है, जिससे रखरखाव की लागत बढ़ जाती है और सुरक्षा संकट बढ़ जाते हैं। पारंपरिक अपशिष्ट जल उपचार सुविधाओं में उपयोग की जाने वाली निर्माण सामग्री समय के साथ खराब हो जाती है, जिससे सुरक्षा और कुशल संचालन के लिए बार-बार मरम्मत और प्रतिस्थापन की आवश्यकता होती है।

इन मुद्दों के समाधान में इन पर्यावरणीय परिस्थितियों को सहने के लिए उपयुक्त सामग्री का चयन करना सम्मिलित है। फाइबर-प्रबलित पॉलिमर (एफआरपी) टैंक जंग लगने वाले स्टील घटकों के लिए एक मजबूत, टिकाऊ विकल्प प्रदान करते हैं। उनके बेहतर संक्षारण प्रतिरोध और कठोर रासायनिक वातावरण के कारण, एफआरपी टैंक एक लंबे समय तक चलने वाला समाधान प्रदान करते हैं जो संरचनात्मक क्षय की संभावना को कम करता है।

मत्स्य पालन

पीईएएसईएम पर एआईसीआरपी के आईसीएआर-सीआईएफए केंद्र ने एफआरपी सामग्रियों का उपयोग करके कई मत्स्य पालन तकनीकें विकसित की हैं। इनमें पोर्टेबल एफआरपी कार्प हैचरी (प्रति चक्र 1.0-1.2 मिलियन स्पॉन उत्पादन की क्षमता), पोर्टेबल एफआरपी पाबडा हैचरी (प्रति ऑपरेशन 25000 से 3000- अर्ली फ्राई), एफआरपी फिश फीडर (ऑन डिमांड और स्वचालित), और हाई-टेक एक्वाकल्चर के लिए एफआरपी-आधारित फिश साइलो सम्मिलित हैं। हल्के वजन और उच्च वजन-से-ताकत अनुपात के साथ, एफआरपी कम ऊर्जा की आवश्यकता के साथ मछली के परिवहन के लिए एक उत्कृष्ट सामग्री है। केंद्र ने एफआरपी-आधारित मोबाइल फिश वेंडिंग ट्रॉली भी विकसित की है।

निष्कर्ष

फाइबर-प्रबलित पॉलिमर (एफआरपी) अपने अद्वितीय गुणों के कारण विविध जल प्रबंधन चुनौतियों के लिए एक आकर्षक समाधान प्रदान करते हैं। उनका उच्च शक्ति-से-वजन अनुपात, संक्षारण प्रतिरोध और निर्माण में आसानी उन्हें विभिन्न अनुप्रयोगों के लिए उपयुक्त बनाती है, जिसमें चेक डैम, वर्षा जल संचयन टैंक, सिंचाई मूलभूत ढांचे, अपशिष्ट जल उपचार सुविधाएं और यहां तक कि जलीय कृषि उपकरण जैसी मिट्टी और जल संरक्षण संरचनाएं सम्मिलित हैं। कंक्रीट या स्टील जैसी पारंपरिक सामग्रियों की तुलना में, एफआरपी अक्सर लागत प्रभावी, टिकाऊ और आसानी से रखरखाव योग्य विकल्प प्रदान करते हैं, जो अधिक कुशल और टिकाऊ जल संसाधन प्रबंधन में योगदान करते हैं।

हिमालय में भूमि क्षरण: चुनौतियाँ और संरक्षण रणनीतियाँ

अम्बरीश कुमार

प्रधान वैज्ञानिक, भारतीय मृदा एवं जल संरक्षण संस्थान
देहरादून

परिचय

भारत के हिमालय में वन क्षेत्रों में भूमि क्षरण एक गंभीर समस्या है। इस क्षेत्र में ढ40 प्रतिशत छत्र वाले खुले वनों के अंतर्गत क्षेत्रफल (कुल भौगोलिक क्षेत्र, टीजीए का 3.06 प्रतिशत) राष्ट्रीय औसत (टीजीए का 2.52 प्रतिशत) से अधिक है। डेटा विश्लेषण से पता चला है कि उत्तर पश्चिमी हिमालय (एनडब्ल्यूएच) की तुलना में उत्तर पूर्वी हिमालय (एनईएच) में खुले वनों के कारण भूमि क्षरण लगभग छह गुना अधिक गंभीर है। एनईएच में स्थानांतरित खेती और अंधाधुंध वनों की कटाई अधिक प्रचलित है। जबकि देश भर में केवल 1.79 प्रतिशत टीजीए बंजर और पथरीली बंजर भूमि से प्रभावित है, यह आंकड़ा हिमालयी क्षेत्र में 6.69 प्रतिशत तक बढ़ जाता है। पथरीली बंजर भूमि का क्षरण विशेष रूप से एनडब्ल्यूएच में गंभीर है, जिसमें 11.55 प्रतिशत टीजीए प्रभावित है, जो (एनईएच टीजीए का 1.02 प्रतिशत) की तुलना में लगभग 11 गुना अधिक है।

एनडब्ल्यूएच में उच्च जनसंख्या घनत्व और सीमित कृषि भूमि मौजूदा भूमि संसाधनों पर महत्वपूर्ण दबाव में योगदान करती है। एनडब्ल्यूएच का एक बड़ा हिस्सा गंभीर मृदा क्षरण का अनुभव करता है, जिसमें 17 प्रतिशत 'बहुत गंभीर' श्रेणी (क्षरण दर 40 टन प्रति हेक्टेयर प्रति वर्ष में आते हैं और 25 प्रतिशत में 10 टन प्रति हेक्टेयर प्रति वर्ष से अधिक क्षरण दर का अनुभव होता है। एनडब्ल्यूएच में मृदा क्षरण की उच्च दर,

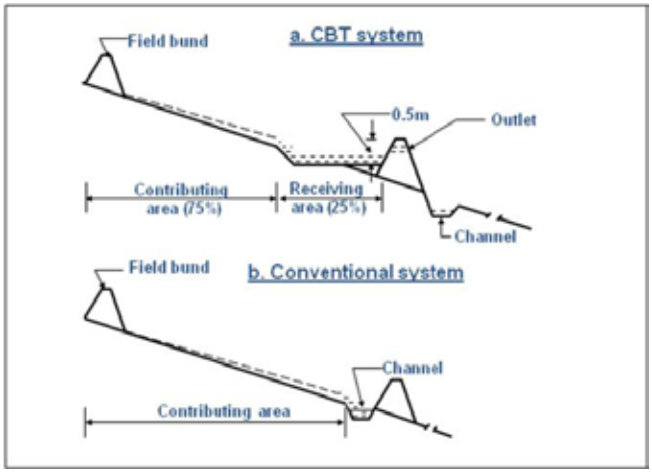
विशेष रूप से उत्तराखंड जैसे राज्यों में, भूमि क्षरण को संबोधित करने के लिए प्रभावी शमन रणनीतियों के कार्यान्वयन की आवश्यकता है। पांडुलिपि का उद्देश्य एनडब्ल्यूएच में पहाड़ी और पर्वतीय कृषि के लिए उपयुक्त संभावित संरक्षण उपायों/प्रौद्योगिकियों को प्रस्तुत करना है, जो इन वातावरणों में उनके प्रभावी जैव-भौतिक प्रदर्शन पर आधारित हैं।

पहाड़ी और पर्वतीय जलग्रहण क्षेत्रों के लिए संरक्षण उपाय

जलग्रहण क्षेत्रों के उपचार की योजना विशिष्ट समस्याओं और लोगों की प्राथमिकताओं को ध्यान में रखते हुए बनाई जाती है। प्रौद्योगिकी हस्तक्षेप मोटे तौर पर (एक) अपवाह और मिट्टी की हानि में कमी लाने के उद्देश्य को प्राप्त करने पर केंद्रित है, जिससे अधिक नमी संरक्षण और भूमि क्षरण को नियंत्रित करने में सहायता मिलती है, (दो) एकत्रित पानी के लिए भंडारण का निर्माण, (तीन) भूजल भंडारण को प्रेरित करना, (चार) फसल और जल उत्पादकता में वृद्धि, (पांच) सब्जी फसलों, बागवानी और कृषि वानिकी के माध्यम से फसल विविधीकरण, (छह) डीएलटी (ड्रेनेज लाइन ट्रीटमेंट) और जैव-इंजीनियरिंग उपायों के माध्यम से समग्र पर्यावरणीय स्थिरता, और (सात) आय सृजन गतिविधियों के माध्यम से आजीविका समर्थन। पहाड़ी और पर्वतीय जलग्रहण क्षेत्रों में कृषि योग्य भूमि के लिए उपयुक्त कुछ संभावित संरक्षण उपाय /हस्तक्षेप नीचे प्रस्तुत किए गए हैं।

1) बेंच टेरेसिंग: बेंच टेरेसिंग में ढलान को आधा काटकर और आधा भरकर समोच्च के साथ एक सीढ़ीनुमा मैदान का निर्माण सम्मिलित है। फिर, मूल ढलान को समतल खेतों में परिवर्तित कर दिया जाता है, जिससे कटाव के खतरे लगभग समाप्त हो जाते हैं। यह 1100 मिमी/वर्ष से अधिक वर्षा और 10-33 प्रतिशत ढलान वाले पहाड़ी क्षेत्रों में अपनाई जाने वाली प्रथा है। हालांकि, हिमालय में 75 प्रतिशत तक खड़ी ढलानों पर इस पद्धति से प्रभावी ढंग से खेती की जा रही है। धान, छोटे बाजरा, दालें, तिलहन, आलू, सब्जियां और गेहूं जैसी फसलें संरक्षित नमी पर प्रभावी ढंग से उगाई जा सकती हैं। सीढ़ीनुमा खेती के कारण अपवाह और मिट्टी की हानि में क्रमशः 92 प्रतिशत और 96 प्रतिशत तक की कमी हो सकती है।

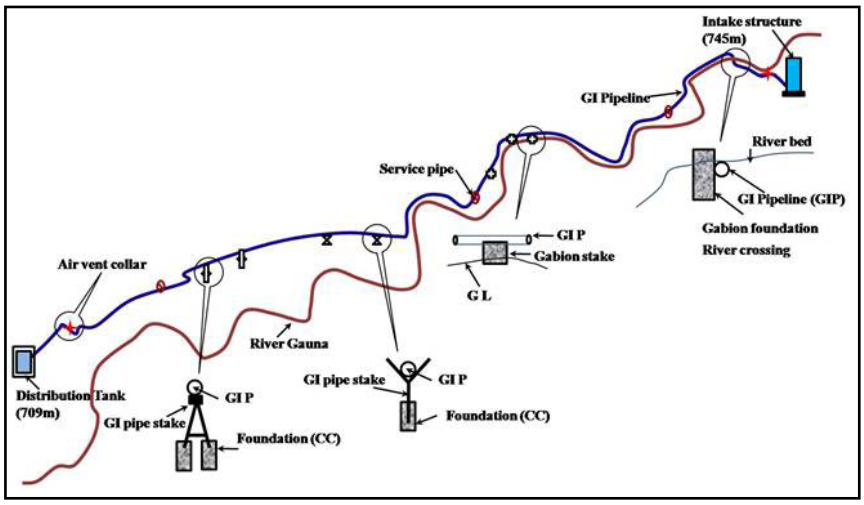
2) संरक्षण बेंच टेरेस: संरक्षण बेंच टेरेस (सीबीटी) प्रणाली में एक सीढ़ीदार रिज होता है जो एक समतल



चित्र 1: सीबीटी प्रणाली के अन्तर्गत किसानों के खेत में फसलों का प्रदर्शन ***चित्र 2: सीबीटी और पारंपरिक प्रणालियों का अनुभागीय दृश्य***

बेंच (प्राप्तकर्ता क्षेत्र) और दाता क्षेत्र पर अपवाह जल को रोकता है, जिसे इसकी प्राकृतिक ढलान में छोड़ दिया जाता है और अपवाह उत्पन्न होता है जो समतल बेंच पर फैलता है। मक्का, ज्वार, सोयाबीन, भिंडी आदि जैसी फसलें ढलान वाले हिस्सों पर उगाई जाती हैं, और धान समतल हिस्से पर लिया जाता है। जब ढलान वाले क्षेत्र को घास, बागवानी या झाड़ीदार वृक्षारोपण के अन्तर्गत रखा जाता है, तो इस अभ्यास को जिंग टेरेसिंग के रूप में जाना जाता है। सीबीटी प्रणाली खेत के निचले समतल हिस्से में उगाई जाने वाली फसलों के लाभ के लिए ऊपरी क्षेत्र से अपवाह को इकट्ठा करती है (चित्र 1 और 2)। इस प्रकार, कम वर्षा की स्थिति में भी, संरक्षित नमी पर सुनिश्चित फसलें ली जा सकती हैं। यह 2-6 प्रतिशत ढलान, 700-1500 मिमी वर्षा वाले क्षेत्रों और भारी से गहरी मिट्टी के लिए उपयुक्त है। दाता से प्राप्तकर्ता क्षेत्र का अनुपात 2:1 से 3:1 तक रखा जा सकता है। प्राप्त करने वाले क्षेत्र के अंत में अपवाह को रोकने के लिए एक कंधे की मेड़ बनाई जाती है। सीबीटी प्रणाली को बेल्लारी, कोटा में अर्ध-शुष्क क्षेत्र और देहरादून में उप-आर्द्र क्षेत्र में सफलतापूर्वक प्रदर्शित किया गया है। देहरादून में, सीबीटी प्रणाली ने मक्का की फसल के अन्तर्गत 2 प्रतिशत ढलान पर पारंपरिक ढलान वाली भूमि प्रणाली की तुलना में अपवाह और मिट्टी की हानि को क्रमशः 80 प्रतिशत और 90 प्रतिशत से अधिक कम किया।

3) वनस्पति अवरोध: हालांकि मेड़बंदी जल संरक्षण का एक प्रभावी उपाय है, लेकिन यह लागत गहन है और इसके लिए लगातार रखरखाव की आवश्यकता होती है। मेड़बंदी के विकल्प के रूप में ढलान के पार समोच्च रेखाओं पर उगाई गई घास की स्थायी पट्टी से बनी वनस्पति अवरोध भी उतने ही प्रभावी पाए गए हैं। घास की पट्टी आमतौर पर 1.0 मीटर चैड़ी होती है जिसमें घास के झुरमुटों की 2-3 पंक्तियाँ होती हैं ताकि अपवाह प्रवाह के विरुद्ध एक घना और मजबूत अवरोध प्रदान किया जा सके। वनस्पति अवरोध अपेक्षाकृत सस्ते और किसानों के अनुकूल होते हैं। वे अपवाह को धीमा करते हैं और अवरोधों के पीछे गाद के जमाव का कारण बनते हैं। अवरोधों के लिए, आर्थिक रूप से महत्वपूर्ण घासों का चयन किया जाना चाहिए जो घना और बारहमासी आवरण प्रदान करती हैं। स्थानीय रूप से अनुकूलित घास जैसे शिवालिक में खस, भाभर और मुंजा, निचले हिमालय में पैनिकम (गिनी घास), नेपियर और स्मूटा, खस इस अभ्यास के लिए उपयुक्त पाए गए



चित्र 3. सेवन संरचना से वितरण टैंक तक जल परिवहन का लेआउट

चित्र 4. कमांड क्षेत्र में जल वितरण (एल), आउटलेट और ढहने योग्य सिंथेटिक पाइप (आर) के लिए विनियमित हाइड्रेंट।

हैं। वनस्पति अवरोध 2-8 प्रतिशत की ढलानों पर अपवाह और मृदा क्षति को 18-31 प्रतिशत और 23-68 प्रतिशत तक कम कर सकते हैं। संरक्षित नमी पर मक्का और गेहूं की क्रमशः लगभग 32 प्रतिशत और 10 प्रतिशत अधिक उपज प्राप्त की जा सकती है।

4) गुरुत्वाकर्षण-प्रवाह सहभागी सिंचाई प्रणाली: नीति आयोग द्वारा जल सुरक्षा के लिए हिमालय में झरनों की सूची और पुनरुद्धार पर गठित कार्य समूह की रिपोर्ट के अनुसार, 18000 से अधिक प्राकृतिक झरने हैं, और उन्हें कुशल संवहन प्रणाली द्वारा टैप और उपयोग किए जाने की आवश्यकता है। हिमालय की तलहटी में उत्पादकता और आजीविका बढ़ाने के लिए, सर्वेक्षण, योजना, कार्यान्वयन, निगरानी और प्रणाली के संचालन से लेकर सभी गतिविधियों में लाभार्थी किसानों की भागीदारी पर प्रमुख जोर देते हुए एक सहभागी सिंचाई प्रणाली विकसित की गई थी। इस प्रयास में, जल संवहन के लिए स्रोत (प्राकृतिक झरना) से वितरण टैंक (डीटी) तक 1830 मीटर जीआई पाइपलाइन (100 मिमी) और जल वितरण के लिए 1500 मीटर पीवीसी पाइपलाइन (110 मिमी) देहरादून (गांव - पसौली और देवथला) के कमांड क्षेत्र (26.28 हेक्टेयर) में बिछाई गई है। चूंकि प्रणाली पूरी तरह से गुरुत्वाकर्शण से संचालित है, इसलिए संवहन और वितरण पाइपलाइनों का हाइड्रोलिक ढाल 1.5 प्रतिशत से ऊपर बनाए रखा गया है। कमांड क्षेत्र को 19 यूनिट कमांड क्षेत्रों (यूसीए) में विभाजित किया गया है और एक यूसीए 1.5 हेक्टेयर को कवर करता है। प्रत्येक यूसीए के शीर्ष पर, पानी को समान रूपप् से पहुंचाने के लिए पीवीसी पाइपलाइन पर एक हाइड्रेंट (आउटलेट) लगाया गया है (चित्र 3 और 4)। सभी चरणों में लाभार्थी कृषक समुदाय की सक्रिय भागीदारी से लाभार्थियों के साथ-साथ परियोजना के ऊपरी क्षेत्रों के बीच विवादों को सुलझाने में सुविधा हुई है तथा इससे विकसित प्रणाली को बनाए रखने में भी सहायता मिली है।

आगे की राह

हिमालय की पहाड़ियों में सभी हितधारकों, जिनमें अपस्ट्रीम और डाउनस्ट्रीम दोनों क्षेत्रों के लाभार्थी सम्मिलित हैं, द्वारा भागीदारी जल संसाधन विकास के माध्यम से कम से कम आर्थिक रूप से व्यवहार्य वर्षा आधारित कृषि प्रणालियों को अत्यधिक लाभदायक सिंचित प्रणालियों में बदलने की महत्वपूर्ण क्षमता है। परियोजना जीवनचक्र के सभी चरणों में लाभार्थी कृषक समुदाय की सक्रिय भागीदारी प्रणाली की दीर्घकालिक स्थिरता के लिए महत्वपूर्ण है। तकनीकी और सामाजिक दोनों पहलुओं को सम्मिलित करते हुए एक कुशल सिंचाई प्रणाली के विकास को भूमि समतलीकरण, मेड़बंदी और सीढ़ीदार खेती जैसी अन्य महत्वपूर्ण गतिविधियों द्वारा पूरक किया जाना चाहिए। यह एकीकृत दृष्टिकोण, विशिष्ट कृषि प्रथाओं और गहन भूमि उपयोग प्रबंधन के साथ मिलकर अंततः स्थानीय समुदायों के लिए स्थायी आजीविका सुरक्षा में योगदान दे सकता है। हालांकि, वाटरशेड-आधारित दृष्टिकोण का पालन करते हुए संघर्ष समाधान के लिए सक्रिय रणनीतियाँ, अपस्ट्रीम और डाउनस्ट्रीम दोनों क्षेत्रों के लाभार्थियों सहित सभी हितधारकों का समर्थन और सहयोग प्राप्त करने में सहायक हैं।

मृदा जल संरक्षण एवं प्रबंधन में परिशुद्धता कृषि की भूमिका

कौशल जैसवाल
प्रबंध निदेशक. रिवुलिस इरीगेशन इंडिया

पिछले दशक में, 'परिशुद्धता कृषि' एक प्रमुख चर्चा का विषय बन गई है, जो प्रायः अस्पष्टता से घिरी रहती है। जितना अधिक परिशुद्धता कृषि पर चर्चा की जाती है, इसकी परिभाषा उतनी ही अधिक मायावी लगती है, क्योंकि हर किसी की अपनी वैध व्याख्या होती है। लेकिन परिशुद्धता कृषि वास्तव में क्या है? एक सामान्य समझ के रूप में, यह सभी कृषि पद्धतियों में परिशुद्धता प्राप्त करने के लिए कृषि प्रबंधन में विज्ञान और प्रौद्योगिकी के अनुप्रयोग को संदर्भित करता है। इसमें बीज चयन, रोग और कीट प्रबंधन, उर्वरक अनुप्रयोग, सिंचाई और कृषि उत्पादन के अन्य पहलू सम्मिलित हैं, जिसका लक्ष्य संसाधनों का इष्टतम उपयोग करते हुए उत्पादन को अधिकतम करना है।

जनसंख्या वृद्धि और बदलती खाद्य प्राथमिकताएँ कृषि में वृद्धि के दो प्रमुख चालक हैं। संयुक्त राष्ट्र की एक रिपोर्ट के अनुसार, 2050 तक वैश्विक जनसंख्या 10 बिलियन तक पहुँचने की आशा है। सीमित भूमि संसाधनों के साथ, पारिस्थितिकी तंत्र को और अधिक बाधित किए बिना अधिक भोजन उगाना ही एकमात्र व्यवहार्य समाधान है। यहीं पर एग-टेक क्षेत्र खाद्य और पोषण सुरक्षा सुनिश्चित करने के लिए नवीन तकनीकों के साथ कृषि पद्धतियों को बदलकर एक महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है। स्पष्ट समझ के लिए, कृषि के मूलभूत सिद्धांतों, उभरती हुई नवीन

तकनीकों और इन तकनीकों को कम इनपुट के साथ अधिक भोजन का उत्पादन करने, अपशिष्ट को कम करने और आर्थिक दक्षता को अनुकूलित करने के लिए विकसित कृषि पद्धतियों में कैसे लागू किया जा सकता है, को समझना महत्वपूर्ण है।

प्रेसिजन फार्मिंग की अवधारणा 1980 के दशक में संयुक्त राज्य अमेरिका में उत्पन्न हुई। पिछले कुछ वर्षों में, कई नई तकनीकों का विकास किया गया है और इस अभ्यास में सम्मिलित किया गया है। हालाँकि, मूल अवधारणा अपरिवर्तित बनी हुई है। तकनीक के माध्यम से खेती की विधियों को बढ़ाना और अनुकूलित करना। वर्तमान में उपयोग की जाने वाली कुछ तकनीकों में निम्नलिखित सम्मिलित हैं।

- रिमोट सेंसिंग
- आईओटी (इंटरनेट ऑफ थिंग्स)
- मृदा सेंसर
- रोबोटिक्स
- आर्टिफिशियल इंटेलिजेंस।
- ड्रोन
- मौसम मॉडलिंग सॉफ्टवेयर

प्रिसिशन एग्रीकल्चर मृदा जल संरक्षण और प्रबंधन में कैसे सहायता कर सकता है

2050 तक अनुमानित जनसंख्या को खिलाने के लिए बढ़े हुए खाद्य उत्पादन की माँग, सिकुड़ते जलभृतों और अप्रत्याशित जलवायु की पृष्ठभूमि के खिलाफ, प्रदर्शित तकनीकों के बड़े स्तरे पर कार्यान्वयन की माँग करती है।
विश्व बैंक ने कहा है कि जलवायु संकट वास्तव में जल संकट है। जलवायु परिवर्तन भारत में लंबे समय तक सूखे और अधिक तीव्र वर्षा के कारण स्थिति को और खराब कर रहा है। विश्व संसाधन संस्थान के अनुसार, भारत में भारी वर्षा की घटनाओं की संख्या में प्रति दशक 6 प्रतिशत की वृद्धि हुई है। भारत की वार्षिक वर्षा का आधा हिस्सा केवल 15 दिनों में होता है। इतनी अधिक तीव्रता वाली बारिश के कारण, जलभृतों को रिचार्ज करने के लिए पानी जमीन में रिसने में विफल हो जाता है और जल्दी ही बह जाता है। पानी और कृषि एक दूसरे से अभिन्न रूप से जुड़े

हुए हैं, और जल संकट का प्रभाव कृषि क्षेत्र को काफी सीमा तक प्रभावित करता है।
इसलिए, चुनौती उपलब्ध पानी की मात्रा नहीं बल्कि उसका प्रबंधन है। इसके लिए हमारे दृष्टिकोण में उल्लेखनीय परिवर्तन और एक बड़ा बदलाव की आवश्यकता है - प्रति इकाई क्षेत्र (किलोग्राम/हेक्टेयर) उपज के संदर्भ में उत्पादकता पर ध्यान केंद्रित करने से 'प्रति बूंद अधिक फसल' पर, जो उपयोग किए गए पानी की प्रति इकाई उपज (कि.ग्रा. प्रति क्यू.मी.) के रूप में परिभाषित जल उत्पादकता पर जोर देता है। इसलिए, संसाधन-उपयोग दक्षता और भूमि के बजाय फसलों की सिंचाई को प्राथमिकता देने पर जोर दिया जाना चाहिए।

विश्व संसाधन संस्थान (डब्ल्यूआरसी) के अनुसार, वैश्विक स्तर पर, कृषि क्षेत्र में मीठे पानी की निकासी का 70 प्रतिशत हिस्सा है। भारत में, केंद्रीय जल आयोग (सीडब्ल्यूसी) के अनुसार, कृषि क्षेत्र के लिए यह आँकड़ा चैंका देने वाला 80 प्रतिशत है, जबकि उद्योगों और बिजली उत्पादन के लिए केवल 7 प्रतिशत, घरेलू उपयोग के लिए 6 प्रतिशत और अन्य उद्देश्यों के लिए 7 प्रतिशत ही बचता है।

सटीक कृषि सिंचाई के पानी, रासायनिक उर्वरकों और अन्य इनपुट के उपयोग को काफी सीमा तक कम कर सकती है, जिससे इन रसायनों के रिसाव से होने वाले भूजल प्रदूषण को रोका जा सकता है। यह मिट्टी के स्वास्थ्य को बेहतर बनाने में भी सहायता करता है। साथ ही, यह दो विधियों से डीकार्बोनाइजेशन में योगदान देता है।

अ. जीवाश्म ईंधन का कम उपयोग और कृषि कार्यों में कम ऊर्जा खपत।

ब. रासायनिक उर्वरकों और फसल सुरक्षा रसायनों का कम उपयोग।

साथ ही, यह जलवायु-लचीली कृषि का समर्थन करता है क्योंकि यह जलवायु से संबंधित खतरनाक घटनाओं, प्रवृत्तियों या गड़बड़ी का अनुमान लगाने, उनके लिए तैयार रहने और उनका जवाब देने की क्षमता रखता है। इससे किसानों को प्रतिकूल जलवायु परिस्थितियों, जैसे सूखा या अत्यधिक वर्षा के कारण होने वाले संकट को कम करने का अवसर मिलता है।

खेती को अधिक उत्तरदायी और जलवायु-लचीला बनाना

सटीक कृषि में, भूजल के प्रभावी प्रबंधन के लिए सूचित निर्णय लेने के लिए रिमोट सेंसिंग, ऑन-साइट मिट्टी के नमूने, मौसम मॉडलिंग और मिट्टी सेंसर जैसे विभिन्न स्रोतों से डेटा एकत्र करना और उसका विश्लेषण करना महत्वपूर्ण है। कई मीट्रिक उपलब्ध हैं जिनकी समीक्षा करके मिट्टी के स्वास्थ्य, फसल पोषण, पानी के उपयोग की अक्षमताओं और मिट्टी के अच्छे स्वास्थ्य को बनाए रखने और बेहतर उत्पादकतापैदावार प्राप्त करने के उपायों के बारे में विस्तृत जानकारी दी जा सकती है।

उपयोगकर्ता के अनुकूल सॉफ्टवेयर पैकेजों द्वारा समर्थित डेटा-आधारित निर्णय लेने से निर्णय लेने की प्रक्रिया से अनुमान लगाने की आवश्यकता नहीं पड़ती। ।च्प् एकीकरण के साथ प्वज्-सक्षम स्मार्ट डिवाइस खेती को अधिक उत्तरदायी और जलवायु-लचीला बनाने के लिए सहयोगात्मक रूप से काम कर सकते हैं।

आजकल, मिट्टी में पानी की मात्रा और समग्र मिट्टी के स्वास्थ्य के बारे में सटीक जानकारी देने के लिए कई प्रभावी तकनीकें उपलब्ध हैं, जो मिट्टी के पानी को कुशलतापूर्वक प्रबंधित करने में सहायक हैं। हालाँकि, सबसे बड़ी चुनौती इन उपकरणों की लागत और सामथ्र्य है।

फिर भी, चूँकि ये तकनीकी प्रगति दीर्घकालिक स्थिरता में योगदान देती है, पर्यावरण की रक्षा करती है, और बेहतर मृदा जल प्रबंधन के माध्यम से कृषि उत्पादकता में सुधार करती है, मुझे विश्वास है कि सरकारें और वित्तीय संस्थान उनके अपनाने के लिए धन और समर्थन देने के लिए आगे आएंगे।

सार

सटीक कृषि सिंचाई जल, रासायनिक उर्वरकों और अन्य इनपुट के उपयोग को काफी कम कर सकती है, जिससे भूजल प्रदूषण को रोका जा सकता है

वाटरशेड विकास कार्यक्रमः देश की खाद्य, ऊर्जा और जलवायु सुरक्षा सुनिश्चित करने का समाधान

डॉ. सी.पी. रेड्डी

वरिष्ठ अतिरिक्त आयुक्त, भूमि संसाधन विभाग, ग्रामीण विकास मंत्रालय, भारत सरकार, नई दिल्ली

भारत में विश्व की 17.76 प्रतिशत मानव जनसंख्या और 11.54 प्रतिशत पशुधन (दुनिया की 56.7 प्रतिशत भैंस, 20.4 प्रतिशत छोटे जुगाली करने वाले जानवर, 12.5 प्रतिशत मवेशी, 3.1 प्रतिशत मुर्गी) रहते हैं, जो दुनिया के मात्र 2.4 प्रतिशत भूभाग पर स्थित है। विश्व की तुलना मैं भारत में प्रति व्यक्ति भूमि की उपलब्धता बहुत कम है, यानि विश्व में प्रति व्यक्ति भूमि उपलब्धता 1.75 हेक्टेयर की तुलना में भारत में प्रति व्यक्ति भूमि उपलब्धता 0.23 हेक्टेयर है। जनसंख्या दबाव, भूमि और पानी की माँग में तेजी से वृद्धि और इसके परिणामस्वरूप प्राकृतिक संसाधनों का क्रमिक क्षरण पारिस्थितिकी तंत्र और पर्यावरण के लचीलेपन को प्रभावित कर रहा है। मानव बस्तियों और मूल ढांचे का विस्तार, कृषि और संबद्ध गतिविधियों का तेज होना और सीमांत क्षेत्रों और कोमल पारिस्थितिक तंत्रों में उनकी घुसपैठ भूमि संसाधन की एकीकृत योजना और प्रबंधन की तत्काल माँग करती है।

पर्यावरण, वन और जलवायु परिवर्तन मंत्रालय द्वारा जारी भारत के मरुस्थलीकरण और भूमि क्षरण एटलस 2021 के अनुसार, देश में लगभग 97.85 मिलियन हेक्टेयर (भारत के कुल भौगोलिक क्षेत्र का 29.77 प्रतिशत) भूमि क्षरित श्रेणी में आती है। भूमि क्षरण के मुख्य कारणों में अन्य

बातों के साथ-साथ जल कटाव, वायु कटाव, वनस्पति हानि, लवणता और क्षारीयता सम्मिलित हैं। भूमि क्षरण से मृदा स्वास्थ्य, जल पुनर्भरण, जल गुणवत्ता और मृदा कार्बन के भंडारण पर प्रतिकूल प्रभाव पड़ता है, जो न केवल ग्लोबल वार्मिंग में योगदान देता है बल्कि भूमि उत्पादकता को भी कम करता है। सिंचित क्षेत्र की तुलना में वर्षा आधारित क्षेत्रों में ये प्रभाव बहुत गंभीर हैं।

इसके अलावा, महासागरों के बाद 'भूमि' दूसरा सबसे बड़ा कार्बन सिंक है। विश्व में क्षीण स्थलीय पारिस्थितिकी तंत्र, विशेष रूप से वर्षा आधारित/क्षीण भूमि को बहाल करने से वार्षिक 2.5-3.0 बिलियन टन कार्बन जमा करने की क्षमता है। यह वार्षिक ब्व्2 जीवाश्म ईंधन उत्सर्जन के 30 प्रतिशत तक के भंडारण के बराबर है। इस श्रेणी के अंतर्गत लगभग 30 प्रतिशत भौगोलिक भूमि होने के कारण भारत के पास योगदान करने का एक बड़ा अवसर है। इसके अलावा, एस.डी.जी. संख्या 15 (15.3: 2030 तक, मरुस्थलीकरण से निपटना, बंजर भूमि और मिट्टी को बहाल करना, जिसमें मरुस्थलीकरण, सूखा और बाढ़ से प्रभावित भूमि सम्मिलित है और भूमि क्षरण-तटस्थ विश्व को प्राप्त करने का प्रयास करना) के अन्तर्गत राष्ट्र की प्रतिबद्धता को पूरा करने के लिए, वर्षा आधारित/क्षीण भूमि का विकास वास्तव में एक प्राथमिकता है। 139 मिलियन हेक्टेयर कृषि योग्य भूमि के साथ भारतीय कृषि बढ़ती जनसंख्या की आजीविका, खाद्य और पोषण सुरक्षा के दृष्टिकोण से महत्वपूर्ण बनी हुई है। आज, कृषि के उत्पादन वातावरण को जलवायु परिवर्तन के प्रतिकूल प्रभाव, सिंचित क्षेत्रों से निवेश पर प्रतिफल की घटती सीमांत दर और वर्षा आधारित क्षेत्रों (सिंचित भूमि का एक तिहाई) की कम उत्पादकता से चुनौती मिल रही है। वर्षा आधारित क्षेत्र` सबसे अधिक असुरक्षित हैं और भूमि क्षरण की चुनौतियों का सामना कर रहे हैं। वर्षा आधारित कृषि देश के शुद्ध बोए गए क्षेत्र के लगभग 51 प्रतिशत भाग है और कुल खाद्यान्न उत्पादन में लगभग 40 प्रतिशत का योगदान देती है तथा

दो-तिहाई पशुधन और 60 प्रतिशत से अधिक कृषक परिवारों का भरण-पोषण करती है।

यह समझा जाता है कि वर्षा आधारित और अवक्रमित क्षेत्र विकास का सबसे प्रभावी सिद्धांत प्राकृतिक संसाधनों का संरक्षण और कुशल उपयोग है। इसे रिज टू वैली दृष्टिकोण अपनाकर वाटरशेड विकास के माध्यम से सर्वोत्तम रूप से प्राप्त किया जा सकता है। इसलिए, यह अनुपचारित क्षेत्रों को कवर करने के लिए देश में वाटरशेड विकास कार्यक्रम पर अधिक निवेश की माँग करता है। इससे न केवल वर्षा आधारित/क्षरित क्षेत्रों को लाभ होगा, बल्कि इससे सिंचित क्षेत्रों की स्थिरता भी सुनिश्चित होगी, क्योंकि अधिकांश सिंचित भूमि भूजल स्रोतों पर बहुत अधिक निर्भर करती है और बदले में, वाटरशेड विकास परियोजनाओं के अन्तर्गत किए गए विभिन्न मृदा और जल संरक्षण उपायों के माध्यम से इसकी पूर्ति होती है।

वाटरशेड वर्षा आधारित और क्षरित क्षेत्रों को विकसित करने और साथ ही सूखे के प्रतिकूल प्रभावों को कम करने और दीर्घकाल में पारिस्थितिक संतुलन की बहाली के लिए हस्तक्षेप की मूल इकाई हैं। वाटरशेड एक स्थलाकृतिक रूप से चित्रित क्षेत्र है, जो एक जलधारा प्रणाली द्वारा जल निकासी करता है। इसमें भौतिक और जल विज्ञान संबंधी प्राकृतिक संसाधन सम्मिलित हैं। वाटरशेड प्रबंधन एक वाटरशेड में भूमि उपयोग और अन्य प्राकृतिक संसाधनों के उपयोग को निर्देशित और व्यवस्थित करने की प्रक्रिया है। इस दृष्टिकोण में भूमि उपयोग, मृदा और जल संरक्षण के बीच अंतर-संबंधों और ऊपरी और निचले क्षेत्रों के बीच संबंधों की पहचान सम्मिलित है।

इन तथ्यों को ध्यान में रखते हुए, ग्रामीण विकास मंत्रालय का भूमि संसाधन विभाग (डीओएलआर) वर्षा सिंचित और बंजर क्षेत्रों के विकास के लिए एक केंद्र प्रायोजित योजना (सीएसएस) 'एकीकृत वाटरशेड प्रबंधन कार्यक्रम' (आईडब्ल्यूएमपी) लागू कर रहा है। 2015-16 में, आईडब्ल्यूएमपी को प्रधानमंत्री कृषि सिंचाई योजना (पीएमकेएसवाई) की छत्र योजना के

वाटरशेड विकास घटक (डब्ल्यूडीसी) के रूप में समाहित किया गया था।

पिछले दस वर्षों में यानी 2014 से, वाटरशेड परियोजनाओं के जमीनी स्तर पर तेजी से कार्यान्वयन पर अधिक बल दिया गया और इसके अनुरूप वित्त पोषण भी सुनिश्चित किया गया। इसलिए विभाग ने इन परियोजनाओं के प्रभावी कार्यान्वयन और पूरा होने से इच्छित लाभ प्राप्त करने के लिए उनके पूरा होने के लिए सभी प्रयास किए। 2014-15 से 2021-22 तक लगभग 7.64 लाख जल संचयन संरचनाएं बनाई गईं ध् उनका कायाकल्प किया गया। लगभग 16.40 लाख हेक्टेयर अतिरिक्त क्षेत्र को सुरक्षात्मक सिंचाई के अन्तर्गत लाया गया। उक्त अवधि में लाभान्वित होने वाले किसानों की संख्या लगभग 36.34 लाख थी। इसके अलावा, 1.62 लाख हेक्टेयर में वृक्षारोपण (बागवानी) किया गया, पूर्ण परियोजनाओं में 3.36 लाख हेक्टेयर कृषि योग्य बंजर भूमि का उपचार किया गया और 2018-19 से 2021-22 तक 388.66 लाख व्यक्ति-दिवस रोजगार सृजित किए गए। इस योजना के अन्तर्गत न केवल वाटरशेड परियोजना क्षेत्रों को लाभ मिला, बल्कि वाटरशेड परियोजना क्षेत्रों से बाहर आने वाले आस-पास के क्षेत्रोंधांवों को भी भूजल के पुनर्भरण से लाभ हुआ। इन परिणामों के परिणामस्वरूप, इन संसाधन विहीन क्षेत्रों में आर्थिक गतिविधियों को भी बढ़ावा मिला और इन क्षेत्रों में सामाजिक-आर्थिक विकास आरम्भ हुआ।

पूर्ण हो चुकी परियोजनाओं की अंतिम मूल्यांकन रिपोर्ट में परियोजना क्षेत्रों में सतही और भूजल की उपलब्धता, उत्पादकता में वृद्धि, वनस्पति आवरण, आजीविका के अवसरों में वृद्धि और घरेलू आय में उल्लेखनीय सुधार सामने आया। परियोजना क्षेत्रों में, कुछ पूर्ण हो चुकी परियोजनाओं की अंतिम मूल्यांकन रिपोर्ट में बताए गए औसत परिणाम इस प्रकार हैं-

इन उपलब्धियों की पुष्टि डब्ल्यूडीसी-पीएमकेएसवाई के अंतर्गत किए गए हस्तक्षेपों द्वारा सक्षम कई सफलता की कहानियों के माध्यम से की गई है। उदाहरण के लिए, राजस्थान में खेत तालाबों के निर्माण जैसे कम लागत वाले जल संचयन और संरक्षण हस्तक्षेपों द्वारा लाया गया समुद्री परिवर्तन। किसान मानसून के सूखे के दौरान जीवन रक्षक सिंचाई के लिए इन खेत तालाबों के संग्रहित पानी का उपयोग करते हैं। इसके अलावा, मानसून की देरी से वापसी के कारण संग्रहित पानी का उपयोग रबी फसलों की सिंचाई के लिए किया जाता है। पानी की उपलब्धता के कारण, किसान सब्जी की खेती, बागवानी और मछली पालन आदि कर रहे हैं। वे अभिनव बन गए हैं और ड्रिप सिंचाई, ग्रीन हाउस और फसल विविधीकरण के माध्यम से पानी का विवेकपूर्ण उपयोग कर रहे हैं। इसी तरह डब्ल्यूडीसी-पीएमकेएसवाई के समर्थन से अपनाई गई उच्च मूल्य

वाली बागवानी उत्पादन प्रणालियाँ जैसे राजस्थान में अनार की खेती, त्रिपुरा में ड्रैगन फ्रूट की खेती, नागालैंड में कॉफी और रबर की खेती आदि ने न केवल समुदायों की आजीविका और आय में उल्लेखनीय सुधार किया है, बल्कि पारिस्थितिकी तंत्र सेवाओं में भी योगदान दिया है।

पारिस्थितिकी तंत्र के पुनर्जनन/संरक्षण की कई अन्य आशाजनक सफलता की कहानियाँ हैं, जैसे मध्य प्रदेश के इंदौर जिले के मालवा-निमाड़ क्षेत्र में चोरल नदी का पुनरुद्धार, वाटरशेड हस्तक्षेपों के माध्यम से सामूहिक प्रयासों से और आंध्र प्रदेश के वाईएसआर जिले के ग्रामीण क्षेत्रों में पहाड़ियों को हरा-भरा करना।

डब्ल्यूडीसी-पीएमकेएसवाई का मूल्यांकन

डब्ल्यूडीसी-पीएमकेएसवाई सहित 28 अम्ब्रेला योजनाओं के तहत सभी केंद्र प्रायोजित योजनाओं का मूल्यांकन विकास निगरानी और मूल्यांकन कार्यालय (डीएमईओ), नीति आयोग द्वारा मेसर्स केपीएमजी एडवाइजरी सर्विसेज प्राइवेट लिमिटेड के माध्यम से किया गया है। इस मूल्यांकन की रिपोर्ट भी महत्वपूर्ण सकारात्मक प्रभावों की पुष्टि करती है और योजना को प्रासंगिक मानती है। योजना के प्रभाव और इक्विटी का मूल्यांकन संतोषजनक पाया गया है। हालांकि, मूल्यांकन रिपोर्ट में परियोजनाओं के तहत बनाई गई परिसंपत्तियों की स्थिरता पर ध्यान केंद्रित करने का सुझाव दिया गया है।

परियोजना अवधि 2021-2026 के लिए प्रधानमंत्री कृषि सिंचाई योजना (WDC-PMKSY) के वाटरशेड विकास घटक को जारी रखना

WDC-PMKSY 1.0 परियोजनाओं (2009-10 से 2014-15 के दौरान स्वीकृत) की अवधि 31 मार्च, 2022 को समाप्त हो गई। भारत सरकार ने 2021-22 से 2025-26 की अवधि के लिए WDC-PMKSY 2.0 के रूप में कार्यक्रम को जारी रखने को मंजूरी दी है, जिसका भौतिक लक्ष्य 49.5 लाख हेक्टेयर और वित्तीय परिव्यय 8,134 करोड़ रुपये है, जो परियोजनाओं की बढ़ी हुई इकाई लागत पर केंद्रीय हिस्सेदारी

के रूप में है, यानी मैदानी क्षेत्रों के लिए 22,000/हेक्टेयर, पहाड़ी और दुर्गम क्षेत्रों के लिए 28000/हेक्टेयर और वामपंथी उग्रवाद/आईएपी क्षेत्रों के लिए 28000/हेक्टेयर तक। नीति आयोग की सिफारिशों पर, स्वीकृत लागत के भीतर डब्ल्यूडीसी-पीएमकेएसवाई 2.0 में स्प्रिंगशेड के कायाकल्प को एक नई गतिविधि के रूप में सम्मिलित किया गया है।

अन्य बातों के साथ-साथ की गई गतिविधियों में रिज क्षेत्र उपचार, जल निकासी लाइन उपचार, मिट्टी और नमी संरक्षण, वर्षा जल संचयन, नर्सरी उगाना, वनरोपण, बागवानी, चारागाह विकास, संपत्तिहीन व्यक्तियों के लिए आजीविका आदि सम्मिलित हैं। डब्ल्यूडीसी-पीएमकेएसवाई, इन हस्तक्षेपों के माध्यम से बेहतर प्राकृतिक संसाधन प्रबंधन और जलवायु परिवर्तन की अनिश्चितताओं के खिलाफ किसानों की बेहतर तन्यकता के माध्यम से सतत विकास सुनिश्चित करना चाहता है।

विभाग ने अब तक 28 राज्यों और 2 केंद्र शासित प्रदेशों (जम्मू-कश्मीर और लद्दाख) को 2021-22 से 2025-26 की परियोजना अवधि के लिए 12303.33 करोड़ रुपये (केंद्रीय हिस्साः 8022.69 करोड़ रुपये) की कुल लागत पर 50.16 लाख हेक्टेयर क्षेत्र को कवर करने वाली 1150 परियोजनाओं को स्वीकृति दी है। योजना आरम्भ से लेकर अब तक राज्यों को केंद्रीय अंश के रूप में 4548.66 करोड़ रुपये की राशि निर्गत की जा चुकी है (9.12.2024 तक)। डब्ल्यूडीसी 2.0 के अंतर्गत अब तक की प्रमुख भौतिक उपलब्धियों में अन्य बातों के साथ-साथ 115190 जल संचयन संरचनाओं का निर्माण/कायाकल्प, 169348 हेक्टेयर अतिरिक्त क्षेत्र को सुरक्षात्मक सिंचाई के अंतर्गत लाया जाना और 986673 किसानों को लाभ पहुँचाना, 92796 हेक्टेयर को वृक्षारोपण (वनीकरण/बागवानी आदि) के अंतर्गत लाया जाना और 161.54 लाख मानव दिवस सृजित करना सम्मिलित है।

स्प्रिंगशेड प्रबंधन

नीति आयोग की अनुशंसा और सरकार की स्वीकृत लागत के भीतर WDC-PMKSY 2.0 में स्प्रिंगशेड प्रबंधन को एक गतिविधि के रूप में लिया गया है। भूमि संसाधन विभाग द्वारा 2021 में डब्ल्यूडीसी-पीएमकेएसवाई 2.0 के अन्तर्गत नई पीढ़ी के वाटरशेड विकास परियोजनाओं के लिए दिशा-निर्देश जारी किए जाने से स्प्रिंगशेड प्रबंधन पर विशेष ध्यान केंद्रित किया गया है, क्योंकि इसे

नई पीढ़ी के वाटरशेड परियोजनाओं के अन्तर्गत एक नई गतिविधि के रूप में मान्यता दी गई है, ताकि झरने के पानी की कमी को कम किया जा सके। लैंडस्केप बहाली पहलों के साथ-साथ स्प्रिंगशेड (जलग्रहण क्षेत्रों) की बहाली से क्षमता निर्माण, आपदा संकट में कमी और जीवन की सुरक्षित गुणवत्ता जैसे सह-लाभ भी प्राप्त होंगे। डब्ल्यूडीसी-पीएमकेएसवाई 2.0 के अन्तर्गत, 90 जिलों में वाटरशेड परियोजना क्षेत्रों में कायाकल्प/विकास के लिए 15 राज्यों/केंद्र शासित प्रदेशों द्वारा 2573 झरनों की पहचान की गई है।

हरित अर्थव्यवस्था के लिए डब्ल्यूडीसी-पीएमकेएसवाई के अन्तर्गत रीढ़विहीन कैक्टस की खेती को बढ़ावा देना

डब्ल्यूडीसी-पीएमकेएसवाई का कार्य क्षेत्र विभिन्न प्रकार के उपयुक्त वृक्षारोपण की अनुमति देता है जो वर्षा आधारित/क्षयग्रस्त भूमि के पुनरुद्धार में सहायता करते हैं। कैक्टस सबसे कठोर पौधों की प्रजाति है जिसे अपने विकास और अस्तित्व के लिए केवल अल्प वर्षा की आवश्यकता होती है। तदनुसार, डीओएलआर देश के व्यापक लाभ और किसानों की आय बढ़ाने के लिए 5 एफ यानी ईंधन, उर्वरक, चारा, भोजन और फैशन (जैव चमड़ा, सौंदर्य प्रसाधन) आदि के रूप में इसके उपयोग के लाभों को महसूस करने के लिए क्षयग्रस्त भूमि पर कैक्टस की खेती करने के लिए विभिन्न विकल्पों की खोज कर रहा है।

यह अनुमान लगाया गया है कि कैक्टस से बायो-गैस उत्पादन से देश के ईंधन आयात का बोझ कम होगा, इसके अलावा क्षयग्रस्त भूमि का विकास होगा और इन क्षेत्रों में रोजगार सृजनध्आजीविका, वनस्पति क्षेत्र में वृद्धि, कार्बन पृथक्करण और जलवायु परिवर्तन के विषयों का समाधान करने में योगदान मिलेगा। इसके अलावा, यह भी बताया गया है कि बायो-गैस उत्पादन के बाद बायो-डाइजेस्टर से प्राप्त अवशेषों को मिट्टी के गुणों के साथ-साथ फसल उत्पादकता में सुधार के लिए जैव-उर्वरक के रूप में मिट्टी में डाला जा सकता है। डाइजेस्टर से प्राप्त जैव-उर्वरक में पोषक तत्वों की मात्रा अधिक होती हैय इसलिए, यह एक महत्वपूर्ण जैव-उर्वरक है और वाणिज्यिक उर्वरक की लागत को कम करने की अनुमति देता है। एक टन जैव-उर्वरक 40 किलोग्राम (यूरिया), 50 किलोग्राम (पोटेशियम नाइट्रेट) और 94 किलोग्राम (ट्रिपल सुपरफॉस्फेट) के बराबर होता है। इसके अलावा, कैक्टस जैव-उर्वरक सूक्ष्म जीवों और कार्बनिक पदार्थों से भरपूर होता है।

आईसीएआरडीए ने मध्य प्रदेश के अमलाहा में अपने खेत में 2 क्यूबिक मीटर क्षमता का बायो-डाइजेस्टर स्थापित किया है। बायो डाइजेस्टर में फीड स्टॉक के रूप में कैक्टस बायोमास और गाय के गोबर के विभिन्न संयोजनों का प्रयोग करने के बाद, आईसीएआरडीए ने बताया कि 90 प्रतिशत कैक्टस बायोमास और 10 प्रतिशत गाय के गोबर को फीड स्टॉक के रूप में प्रयोग करने से लगभग 64 प्रतिशत मीथेन युक्त बायोगैस उत्पन्न हुई। उपरोक्त को ध्यान में रखते हुए, डीओएलआर ने एक गतिविधि के रूप में WDC-PMKSY के अन्तर्गत स्पाइनलेस कैक्टस की खेती को बढ़ावा' आरम्भ किया है, जिसका उद्देश्य कैक्टस बायोमास से जैव-ईंधन, जैव-उर्वरक, चारा, भोजन, जैव-चमड़ा और कैक्टस के अन्य मूल्यवर्धित उत्पादों का उत्पादन करने के लिए वाटरशेड परियोजना क्षेत्रों में कैक्टस की खेती को बढ़ावा देना है। तदनुसार, 10000 हेक्टेयर में पायलट परियोजनाएं आरम्भ करने के राष्ट्रीय लक्ष्य के साथ 24.11.2023 को सभी राज्यों को WDC-PMKSY के अन्तर्गत वाटरशेड परियोजनाओं में स्पाइनलेस कैक्टस की खेती/वृक्षारोपण को बढ़ावा' के लिए दिशानिर्देश निर्गत किए।

DoLR(भूमि संसाधन विभाग) अपेक्षित पश्चवर्ती और अग्रगामी संपर्क प्रदान करके और राज्य सरकारों, केंद्रीय मंत्रालयों/विभागों, संबंधित उद्योगों और अनुसंधान संगठनों/संस्थाओं जैसे सभी हितधारकों को एक साथ लाकर एक अनुकूल पारिस्थितिकी तंत्र बनाने की कोशिश कर रहा है। अब तक 14 राज्यों ने डब्ल्यूडीसी-पीएमकेएसवाई 2.0 कार्यक्रम के अन्तर्गत स्पाइनलेस कैक्टस की खेती करने की इच्छा व्यक्त की है। भूमि संसाधन विभाग ने डब्ल्यूडीसी-पीएमकेएसवाई 2.0 के अन्तर्गत स्पाइनलेस कैक्टस की खेती और इसके आर्थिक उपयोग को बढ़ावा देने में सहयोग के लिए आईसीएआर, आईसीएआरडीए और राजस्थान राज्य सरकार के साथ एक समझौता ज्ञापन (एमओयू) पर भी हस्ताक्षर किए हैं। अन्य इच्छुक राज्य इसी तरह के समझौता ज्ञापनों पर हस्ताक्षर करने की प्रक्रिया में हैं।

कैक्टस बायो-मास को फीड स्टॉक के रूप में उपयोग करके बायो-गैस के उत्पादन के लिए बड़ी पायलट परियोजनाएं आरम्भ करने के लिए सभी प्रयास किए जा रहे हैं। हिंगोनिया गोशाला में आईओसीएल द्वारा एक सीबीजी प्लांट पहले ही स्थापित किया जा चुका है और वर्तमान में गोबर फीडस्टॉक के साथ बायोगैस का उत्पादन किया जा रहा है। इसका उपयोग कैक्टस फीडस्टॉक से बायोगैस के उत्पादन के लिए किया जाएगा।

यह भी उल्लेखनीय है कि भारत सरकार जैव ईंधन को बढ़ावा देने के लिए प्रयास कर रही है। इसके एक भाग के रूप में, पेट्रोलियम और प्राकृतिक गैस मंत्रालय, भारत सरकार ने विभिन्न अपशिष्ट/बायोमास स्रोतों से संपीड़ित जैव गैस (सीबीजी) के उत्पादन के लिए एक पारिस्थितिकी तंत्र स्थापित करने के उद्देश्य से अक्टूबर 2018 में SATAT (सस्ती परिवहन के लिए सतत विकल्प) योजना आरम्भ की है। यह योजना कैक्टस बायोमास से सीबीजी के उत्पादन की संभावनाओं को अवसर प्रदान करती है। 25 नवंबर, 2023 को प्राकृतिक गैस में संपीड़ित जैव गैस (सीबीजी) के अनिवार्य मिश्रण की भी घोषणा की गई है 37,500 करोड़ रुपये की लागत से 2028-29 तक 750 सीबीजी परियोजनाओं की स्थापना की सुविधा प्रदान की जाएगी। यह कैक्टस बायोमास से बायोगैस के उत्पादन के लिए पर्याप्त प्रसंस्करण और विपणन सहायता भी सुनिश्चित करता है।

आगे की राहः

अनुमान है कि 2047 तक देश की जनसंख्या 161 करोड़ तक पहुँच जाएगी। लगातार बढ़ती जनसंख्या की खाद्यान्न आवश्यकताओं को पूरा करने के लिए देश को सालाना 431 मिलियन टन खाद्यान्न, 204 मिलियन टन फल और

376 मिलियन टन सब्जियों का उत्पादन करना होगा, जबकि वर्तमान समय में खाद्यान्न उत्पादन 303 मिलियन टन है, फलों का उत्पादन 102 मिलियन टन और सब्जियों का उत्पादन 188 मिलियन टन है। इसके अलावा, यह भी अनुमान है कि 2047 तक शहरी जनसंख्या 34.9 प्रतिशत से बढ़कर 52.8 प्रतिशत हो जाएगी।

इसके अलावा, भारत में कच्चे तेल के लिए 82.8 प्रतिशत और प्राकृतिक गैस के लिए 45.3 प्रतिशत आयात निर्भरता है। 2022-23 के मध्य शुद्ध तेल और गैस आयात 11.82 लाख करोड़ रुपये है। इसी तरह, भारत ने 2022-23 के मध्य लगभग 1.38 लाख करोड़ रुपये के उर्वरक आयात किए। जैव ईंधन और जैव उर्वरकों के उत्पादन से, खराब क्षेत्रों में उपयुक्त ऊर्जा फसलों, जैसे कि स्पाइनलेस कैक्टस, एगेव, नेपियर घास को बढ़ावा देने से निश्चित रूप से देश के तेल, गैस और जैव उर्वरकों पर भारी आयात बोझ कम होगा। कुछ ऊर्जा फसलों का जैव-द्रव्यमान, ग्रीन हाइड्रोजन ईंधन के उत्पादन में भी उपयोगी हो सकता है। ग्रीन हाइड्रोजन अगली पीढ़ी का ईंधन प्रतीत होता है, जो जलवायु परिवर्तन के विषयों को संबोधित कर सकता है। जैव ईंधन और जैव उर्वरकों के लिए योगदान देने के अलावा, इन फसलों की खेती से खराब भूमि को विकसित करने और रोजगार सृजन, आजीविका, वनस्पति क्षेत्र में वृद्धि, कार्बन पृथक्करण और जलवायु परिवर्तन के विषयों को संबोधित करने आदि में भी सहायता मिलती है।

बदलती जलवायु परिस्थितियों में जनसंख्या की बढ़ी हुई खाद्य उत्पादन, ऊर्जा आवश्यकता और मूलभूत ढांचे की आवश्यकता को पूरा करने के लिए, अलोचदार भूमि संसाधनों पर भारी दबाव पड़ेगा। इसलिए, इस चुनौती से निपटने के लिए, आगे बढ़ने का एकमात्र विधि, खराब भूमि को बहाल करने, संसाधन उपयोग दक्षता में सुधार, प्रति बूंद अधिक फसल, भूमि उत्पादकता में वृद्धि, बेहतर आजीविका, किसानों की आय को दोगुना करने और भूमि और जल संसाधनों के सतत प्रबंधन के लिए रिज से वैली दृष्टिकोण के बाद भागीदारी वैज्ञानिक वाटरशेड विकास को अपनाना है।

जैसे-जैसे शहरी जनसंख्या बढ़ेगी, कृषि भूमि को गैर-कृषि उद्देश्यों में बदलने का अत्यधिक दबाव होगा। कृषि भूमि के इस नुकसान की भरपाई के लिए, अब तक खराब भूमि को खेती के अन्तर्गत लाने की आवश्यकता है।

उपर्युक्त को ध्यान में रखते हुए, भूमि संसाधनों के सतत प्रबंधन और लगातार बढ़ती जनसंख्या की आवश्यकताओं को पूरा करने के लिए, सभी हितधारकों की उत्साही भागीदारी के साथ बड़े पैमाने पर वाटरशेड विकास परियोजनाओं को आरम्भ करने की आवश्यकता है। इससे देश की खाद्य, ऊर्जा और जलवायु सुरक्षा सुनिश्चित होगी।

बहुक्रियाशील परिदृश्यों के माध्यम से स्थिरता को आगे बढ़ाना- मृदा और जल संरक्षण के आगे

गोपाल कुमार

अंतर्राष्ट्रीय जल प्रबंधन संस्थान, नई दिल्ली

सारांश

भारत, अपने विशाल और विविध परिदृश्यों के साथ, भूमि क्षरण, जैव विविधता हानि और जलवायु भेद्यता की गंभीर चुनौतियों का सामना कर रहा है। पारंपरिक मृदा और जल संरक्षण प्रयासों से बहुक्रियाशील परिदृश्यों में संक्रमण संरक्षण, पुनर्जनन, आर्द्रभूमि और कृषि पारिस्थितिकी को मिलाकर एक एकीकृत समाधान प्रदान करता है। यह लेख वाटरशेड कार्यक्रमों, उनकी सफलताओं और सीमाओं के साथ भारत के अनुभव की जाँच करता है, और लचीलापन और आजीविका को बढ़ाते हुए जटिल सामाजिक-पारिस्थितिक चुनौतियों का समाधान करने के लिए बहुक्रियाशील परिदृश्यों की क्षमता पर प्रकाश डालता है।

परिचय: बहुक्रियाशील परिदृश्यों की आवश्यकता

भारत में मृदा और जल संरक्षण प्रथाओं का एक लंबा इतिहास है जिसका उद्देश्य भूमि क्षरण को संबोधित करना और कृषि उत्पादकता सुनिश्चित करना है। इन प्रयासों के बाद भी, भारत की भूमि का एक महत्वपूर्ण भाग क्षरित बना हुआ है, जिसका अनुमान 120.7 मिलियन हेक्टेयर (आईसीएआर, 2010) से लेकर 97.84 मिलियन हेक्टेयर (एसएसी, 2021) तक है। एकीकृत वाटरशेड प्रबंधन कार्यक्रम (आईडब्ल्यूएमपी) और एमजीएनआरईजी। से जुड़े वाटरशेड पहल जैसे सहभागी वाटरशेड कार्यक्रमों

ने लगभग 85 मिलियन हेक्टेयर भूमि को उपचारित करते हुए महत्वपूर्ण भूमिका निभाई है, जिसमें से 45 मिलियन हेक्टेयर भूमि को आईडब्ल्यूएमपी के तहत पुनर्वासित किया गया। यह कार्यक्रम, जिसे अब प्रधानमंत्री कृषि सिंचाई योजना (आईडब्ल्यूएमपी) में एकीकृत किया गया है, ने जलवायु प्रभावों को कम करने, क्षरित परिदृश्यों को बहाल करने और ग्रामीण आजीविका में सुधार करने में महत्वपूर्ण क्षमता का प्रदर्शन किया है। हालांकि, खंडित कार्यान्वयन, सीमित सामुदायिक भागीदारी और व्यापक पारिस्थितिकी तंत्र प्रबंधन के साथ कमजोर एकीकरण ने उनकी दीर्घकालिक प्रभावशीलता को कम कर दिया है, जिससे बहुक्रियाशील परिदृश्यों की ओर बदलाव की तत्काल आवश्यकता को रेखांकित किया गया है जो पारिस्थितिक बहाली को सामाजिक-आर्थिक विकास के साथ जोड़ते हैं।

बहुक्रियाशील परिदृश्यों की परिवर्तनकारी क्षमता

बहुक्रियाशील परिदृश्यों को खाद्य उत्पादन, जल विनियमन, जैव विविधता संरक्षण और कार्बन पृथक्करण सहित पारिस्थितिकी तंत्र सेवाओं की एक श्रृंखला प्रदान करने के लिए डिजाइन किया गया है। यह दृष्टिकोण भूमि और जल प्रबंधन में भारत की दबावपूर्ण चुनौतियों का समाधान करते हुए संरक्षण, पुनर्जनन और कृषि पारिस्थितिकी को एकीकृत करता है। भारत के कुल भौगोलिक क्षेत्र का 29 प्रतिशत हिस्सा क्षरित हो चुका है (MoEFCC. 2022), भूजल के अत्यधिक दोहन के कारण 54 प्रतिशत कुओं में कमी आ रही है (CGWB. 2023) और 78: मानसून का पानी बिना उपयोग किए समुद्र में बह जाता है, भारत सूखे और बाढ़ के कारण बढ़ते ग्रामीण संकट का सामना कर रहा है। बहुक्रियाशील परिदृश्य लचीलापन बढ़ाने, आजीविका में सुधार करने और जलवायु परिवर्तन पर राष्ट्रीय कार्य योजना (NAPCC) के तहत लक्ष्यों को प्राप्त करने के लिए एक परिवर्तनकारी मार्ग प्रदान करते हैं।

भूमि संरक्षण और पुनर्जनन: प्रमुख अभ्यास और सीखे गए सबक

सुखोमाजरी, हिवरे बाजार और रालेगण

सिद्धि जैसी मृदा और जल संरक्षण परियोजनाओं ने सामुदायिक लचीलापन और पारिस्थितिकी बहाली में सुधार करने में महत्वपूर्ण सफलता दिखाई है। इंडो-जर्मन वाटरशेड डेवलपमेंट प्रोग्राम और पानी पंचायत जैसी पहलों ने जल उपलब्धता, भूजल पुनर्भरण और कृषि उत्पादकता पर सकारात्मक प्रभाव प्रदर्शित किया है। हालाँकि, ये अलग-अलग सफलताएँ निरंतर उपचार के बाद रखरखाव की कमी और जैव विविधता बहाली और कृषि संबंधी प्रथाओं पर अपर्याप्त ध्यान देने के कारण व्यापक स्तर पर परिवर्तित नहीं हुई हैं।

पुनर्जनन अभ्यास, जैसे पोषण संवेदनशील विविध एकीकृत खेती, पेड़ों को फसलों के साथ जोड़ना, मिट्टी की उर्वरता बढ़ाने और अपवाह को कम करने में प्रभावी सिद्ध हुए हैं, जैसा कि ओडिशा छत्तीसगढ़ और मध्य प्रदेश के आदिवासी क्षेत्रों में प्रदर्शित किया गया है। इसी तरह, राजस्थान में बायोचार और जैविक खाद का उपयोग करने से मिट्टी के कार्बनिक पदार्थ और फसल उत्पादकता में काफी सुधार हुआ है। ये एकीकृत अभ्यास, जब बहुक्रियाशील परिदृश्यों में अंतर्निहित होते हैं, तो पारिस्थितिकी तंत्र के स्वास्थ्य को बहाल करने और ग्रामीण आजीविका का समर्थन करने की क्षमता रखते हैं।

वेटलैंड्सः बहुक्रियाशील परिदृश्य के महत्वपूर्ण घटक

भारत की वेटलैंड्स, जो 4.7 मिलियन हेक्टेयर में फैली हुई हैं, जल विनियमन, जैव विविधता और आजीविका के लिए महत्वपूर्ण हैं। हालाँकि, पिछले तीन दशकों में अतिक्रमण और प्रदूषण के कारण इनमें से 30ः से अधिक वेटलैंड्स नष्ट हो गए हैं (वेटलैंड्स इंटरनेशनल, 2023)। चिल्का झील, जो एक रामसर साइट है, के जीर्णोद्धार जैसे सफल उदाहरण जैव विविधता को बढ़ाने, मत्स्य पालन का समर्थन करने और स्थानीय पर्यटन को बढ़ावा देने के लिए वेटलैंड्स की क्षमता को प्रदर्शित करते हैं। इसी तरह, ईस्ट कोलकाता वेटलैंड्स अपशिष्ट जल उपचार को कृषि और जलीय कृषि के साथ एकीकृत करता है, जिससे 50,000 से अधिक लोगों को आजीविका मिलती है। वेटलैंड्स को बहुक्रियाशील परिदृश्यों में एकीकृत करने से जैव विविधता और पारिस्थितिक संतुलन को संरक्षित करते हुए जल सुरक्षा को महत्वपूर्ण रूप से बढ़ाया जा सकता है।

कृषि पारिस्थितिकी अभ्यासः भूखंडों को परिदृश्यों में एकीकृत करना

पारिस्थितिकी सिद्धांतों और सामाजिक समानता पर ध्यान केंद्रित करने वाली कृषि पारिस्थितिकी, बहुक्रियाशील परिदृश्यों के लिए केंद्रीय है। आंध्र प्रदेश में, प्राकृतिक खेती को अपनाने से छोटे किसानों के लिए इनपुट लागत कम करते हुए मिट्टी के कार्बनिक कार्बन में सुधार हुआ है। पंजाब में, जैविक और अकार्बनिक इनपुट के संयोजन से पैदावार में सुधार हुआ है और पर्यावरणीय क्षरण कम हुआ है। पश्चिमी घाटों में कृषि

वानिकी और वर्षा जल संचयन ने जैव विविधता गलियारे बनाए हैं, जो खंडित आवासों को जोड़ते हैं और पारिस्थितिकी तंत्र सेवाओं को बढ़ाते हैं। भूखंड-स्तरीय कृषि पारिस्थितिकी अभ्यासों को परिदृश्य-स्तरीय संरक्षण और पुनर्जनन प्रयासों के साथ एकीकृत करने से बहुक्रियाशील परिदृश्यों की परिवर्तनकारी क्षमता को अधिकतम किया जा सकता है।

बहुक्रियाशील परिदृश्य: पर्यावरणीय और सामाजिक-आर्थिक लाभ

भारत में बहुक्रियाशील परिदृश्यों को अपनाने से पर्याप्त पर्यावरणीय और सामाजिक-आर्थिक लाभ मिलते हैं। पारिस्थितिक रूप से, वे क्षरित भूमि को पुनर्स्थापित करते हैं, जल चक्रों में सुधार करते हैं, जैव विविधता को बढ़ाते हैं और कार्बन पृथक्करण में योगदान करते हैं, जो भूमि क्षरण तटस्थता, जैव विविधता संरक्षण और जलवायु कार्रवाई के लिए भारत के लक्ष्यों का समर्थन करते हैं। सामाजिक-आर्थिक रूप से, ये परिदृश्य ग्रामीण आजीविका में विविधता लाते हैं, आय में सुधार करते हैं, पलायन को कम करते हैं और खाद्य और जल सुरक्षा को बढ़ाते हैं। IWMI (2023) के अनुसार, भारत में बहुक्रियाशील परिदृश्य कृषि उत्पादकता को 25 प्रतिशत तक बढ़ा सकते हैं जबकि जलवायु परिवर्तन के प्रति 200 मिलियन लोगों की भेद्यता को कम कर सकते हैं। कृषि संबंधी प्रथाओं को बढ़ाने के लिए हितधारकों के बीच समन्वित नीति समर्थन, क्षमता निर्माण, अभिसरण और सहयोग की आवश्यकता होती है।

चुनौतियों पर काबू पाना और नीतिगत ढाँचों को सुदृढ़ करना

बहुक्रियाशील परिदृश्यों में परिवर्तन के सामने खंडित शासन, अपर्याप्त सामुदायिक सहभागिता और एकीकृत दृष्टिकोणों को लागू करने की सीमित क्षमता जैसी चुनौतियाँ हैं। इन बाधाओं को दूर करने के लिए एक सहयोगी नीति ढाँचे की आवश्यकता होती है जो कृषि, ग्रामीण विकास, पर्यावरण और जल संसाधन सहित मंत्रालयों में अभिसरण को बढ़ावा दे। कृषि संबंधी प्रथाओं को प्रोत्साहित करना, पारिस्थितिकी तंत्र सेवाओं के लिए भुगतान और संयुक्त वन प्रबंधन जैसे स्थानीय शासन मॉडल को सशक्त बनाना सामुदायिक भागीदारी को मजबूत कर सकता है। सुखोमाजरी, हिवरे बाजार, रालेगण सिद्धि, पानी पंचायत और इसी तरह के क्षेत्रों में अन्य सफल मॉडलों को दोहराना और लैंडस्केप मोड में "कैच द रेन अभियान" को बढ़ावा देना विस्तार करने योग्य समाधान प्रदान कर सकता है।

निष्कर्ष: स्थिरता के लिए एक समग्र मार्ग

भारत का मृदा और जल संरक्षण तथा वाटरशेड प्रबंधन से बहुक्रियाशील परिदृश्यों में परिवर्तन, दबावपूर्ण पारिस्थितिक और सामाजिक-आर्थिक चुनौतियों का समाधान करने का एक अवसर प्रस्तुत करता है। संरक्षण, पुनर्जनन, आर्द्रभूमि और कृषि पारिस्थितिकी को एकीकृत करके, बहुक्रियाशील परिदृश्य लचीलापन बनाने, आजीविका बढ़ाने और राष्ट्रीय और वैश्विक स्थिरता लक्ष्यों को प्राप्त करने के लिए एक स्थायी ढांचा प्रदान करते हैं। वाटरशेड कार्यक्रमों की सफलताओं और सीमाओं से सबक लेते हुए, भारत को बड़े स्तर पर परिवर्तन सुनिश्चित करने के लिए एक समग्र दृष्टिकोण अपनाना चाहिए। सामूहिक प्रयास और अभिनव अभ्यास भारत के पर्यावरणीय और सामाजिक भविष्य को सुरक्षित करने के लिए बहुक्रियाशील परिदृश्यों की क्षमता के द्वार खोल सकते हैं।

संदर्भ:

1. CGWB (2023). Annual Report on Groundwater Resources in India. Ministry of Jal Shakti, Government of India.
2. FAO (2023). The State of the World's Land and Water Resources for Food and Agriculture – Systems at Breaking Point. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
3. ICAR (2010). Degraded and Wastelands of India: Status and Spatial Distribution. New Delhi: Indian Council of Agricultural Research
4. IPCC (2023). Sixth Assessment Report: Climate Change 2023. Intergovernmental Panel on Climate Change. Retrieved from https://www.ipcc.ch/report/ar6.
5. IWMI (2023). Integrated Water Management and Multifunctional Landscapes: A Strategic Framework for Resilience. International Water Management Institute, Colombo, Sri Lanka.
6. Lal, R., Negassa, W., & Lorenz, K. (2023). Enhancing Ecosystem Services through Soil Restoration in Degraded Lands. Environmental Management, 62(1), 12–24. https://doi.org/10.xxxxx/xxxx.
7. MoEFCC (2022). State of Environment Report: Land Degradation and Desertification in India. Ministry of Environment, Forest, and Climate Change, Government of India.
8. NABARD (2022). Watershed Development Programmes in India: Achievements and Challenges. National Bank for Agriculture and Rural Development.
9. Ramsar Convention (2023). Global Wetland Outlook: State of the World's Wetlands. Gland, Switzerland: Ramsar Convention Secretariat.
10. Space Applications Centre (SAC), ISRO (2021). Desertification and Land Degradation Atlas of India (Edition 2021). Ahmedabad: Space Applications Centre, Indian Space Research Organisation. Retrieved from https://www.isro.gov.in.
11. Wetlands International (2023). India Wetlands Inventory and Trends Analysis. Wetlands International South Asia.

मृदा जल संरक्षण और प्रबंधन में सटीक कृषि की भूमिका

अनिल कौशिक

उपाध्यक्ष विपणन, ऑटोमैट इंडस्ट्रीज

अवलोकनः
दुनिया भर में और विशेष रूप से भारत जो बढ़ती जनसंख्या और अनियमित उपभोग पैटर्न के कारण पहले से ही जल तनाव क्षेत्र है, में जल स्रोत तेजी से कम हो रहे हैं। दुनिया अब अनुभव कर रही है कि पानी जो इस समय सबसे महत्वपूर्ण संसाधन है, की जल्द ही भारी कमी होने वाली है।

समाधान के लिए चुनौतियाँः
अ) ताजे पानी का न्यायसंगत उपयोगः पृथ्वी पर मानव जाति के लिए उपलब्ध ताजे पानी का केवल 3 प्रतिशत है, जिसमें से 0.5 प्रतिशत उपभोग के लिए उपलब्ध है और बाकी ग्लेशियरों या भूमि की गहराई में स्थित है जहाँ से इसका निष्कर्षण व्यवहार्य नहीं है।
वर्तमान में, भारत के पास पृथ्वी पर उपलब्ध 0.5 प्रतिशत ताजे पानी का 4 प्रतिशत है जबकि हम वैश्विक जनसंख्या वृद्धि की दौड़ में सबसे आगे हैं।

ब) खाद्य सुरक्षाः भूजल की तेजी से कमी और जनसंख्या वृद्धि के लिए आने वाले दशकों में सबसे बड़ी चुनौती खाद्य सुरक्षा है। फसल की वृद्धि बढ़ाने के लिए, अधिक क्षेत्र को खेती के अंतर्गत लाना होगा, और सिंचाई के पानी की व्यवस्था समानांतर रूप से बढ़ानी होगी।

स) जलवायु परिवर्तन-ग्लोबल वार्मिंगः बढ़ते औद्योगीकरण और शहरी क्षेत्रों के जनसंख्या घनत्व में वृद्धि के साथ हमें जलवायु परिवर्तन की चुनौती

से लड़ने की आवश्यकता है।
जल स्रोतों के तेजी से खत्म होने और, पीने और उद्योगों के लिए पानी की बढ़ती माँग के साथ, बागवानी के लिए ताजे भूजल का उपयोग करना गंभीर और अव्यवहारिक होता जा रहा है, लेकिन भविष्य की पीढ़ियों के लिए एक बेहतर ग्रह बनाने के लिए, पार्क/उद्यान/सड़क के बीच के हिस्से को वृक्षारोपण द्वारा हरित क्षेत्रों में विकसित और सिंचित करने की आवश्यकता है।

कृषि में स्वचालन की आवश्यकताः उपरोक्त चुनौतियों का सामना करने के लिए, हमें कृषि में स्वचालन की आवश्यकता है, विशेष रूप से सिंचाई क्षेत्र में, स्वचालित सूक्ष्म सिंचाई प्रणालियों को अपनाकरे किसानों को लाभ होगा और भूजल की कमी को भी दूर किया जा सकेगा।

- सटीक और उर्वर सिंचाई > स्वस्थ फसल > बेहतर उपज और गुणवत्ता
- रात्रि सिंचाई की सुविधा > जिसके परिणामस्वरूप वाष्पीकरण दर कम होती है > कम पानी की आवश्यकता
- फसल चक्र में दलहन > रिसाव/अपवाह को कम करता है > पानी का प्रभावी उपयोग
- बाढ़ सिंचाई की तुलना में कम पंपिंग अवधि- > कम ऊर्जा > कम बिजली का बिल
- मानव श्रम की आवश्यकता नहीं > परिचालन लागत में कमी > खेती की लागत में कमी।
- **ग्रामीण युवाओं का कृषि में बने रहनाः** पिछले दशक में हमने देखा कि किसानों के बच्चे दूसरे क्षेत्रों में पलायन कर रहे हैं क्योंकि उन्हें कृषि अधिक श्रम और लाभहीन लगती है। सस्ते और प्रभावी ऑटोमेशन गैजेट किसानों की नई पीढ़ी की मानसिकता को बदल और उन्हें कृषि में बनाए रख सकते हैं।

भारत में ऑटोमेशन को अपनाने में हिचकिचाहटः

किसानों की निरक्षरता दरः पहले किसानों की शिक्षा का स्तर ऑटोमेशन तकनीक को अपनाने में बाधा थी।
खेतों में अनियमित बिजलीः सिंचाई में उपयोग होने वाले इलेक्ट्रॉनिक उपकरण विशेष रूप से सिंचाई नियंत्रक, खेतों में बिजली की अनियमित आपूर्ति को संबोधित करने के लिए डिजाइन नहीं

किए गए थे, जिसके कारण प्रोग्राम्ड सिंचाई को छोड़ दिया जाता था। यहाँ तक कि प्रगतिशील किसान जिन्होंने इन गैजेट पर निवेश किया, वे भी इस तरह के ऑटोमेशन के प्रदर्शन से प्रसन्न नहीं थे। हाईटेक गैजेटः गैजेट की विशेषताएं इतनी उन्नत थीं कि किसान सिस्टम संचालन के माध्यम से नेविगेट नहीं कर सकते थे। बिक्री के बाद सेवाः चूँकि पूरे भारत में कुछ ही सिस्टम बेचे गए थे, इसलिए बिक्री के बाद सेवा उन किसानों के लिए सबसे बड़ी समस्या थी, जिन्होंने इन तकनीकों को अपनाया था। आयातित उपकरणों के स्पेयर पार्ट्स की उपलब्धता भी एक समस्या थी।

- **उच्च प्रारंभिक लागतः** चूँकि उपकरण आयात किए गए थे और विकसित देशों और उनके बड़े खेतों के लिए डिजाइन किए गए थे, इसलिए उच्च प्रारंभिक लागत कृषि में स्वचालन प्रणालियों को अपनाने में हिचकिचाहट का एक मुख्य कारण था।

कृषि स्वचालन में नवप्रवर्तन हेतु घरेलू उद्यमियों द्वारा निर्मित नवाचार की आवश्यकताः

- कम लागत वाली स्वचालन प्रणालीः भारत में 1 हेक्टेयर की औसत किसान जोत को ध्यान में रखते हुए, इन किसानों की सामर्थ्य को ध्यान में रखते हुए प्रमुख खिलाड़ियों द्वारा भारत में कम लागत वाली स्वचालन प्रणाली डिजाइन और निर्मित की आवश्यकता है।

पहले सिंचाई सह -उर्वरक नियंत्रक, इलेक्ट्रिक सोलेनोइड वाल्व, वर्षा सेंसर, मिट्टी की नमी सेंसर, प्रवाह पहचान सेंसर और रीड स्विच के साथ पानी मीटर जैसे मुख्य घटक आयात किए जाते थे, लेकिन अब भारत में निर्मित किए जा रहे हैं।

- सौर ऊर्जा का उपयोग करके अनियमित विद्युत समस्याओं का समाधान करना ताकि सिस्टम का प्रदर्शन प्रभावित न हो।
- गैजेट की विशेषताओं को उपयोगकर्ता की मूल आवश्यकताओं के अनुसार अनुकूलित किया जाता है ताकि किसानों के मध्य स्वचालन की अनुकूलता सहज बनी रहे।
- गैजेट को उपयोगकर्ता के अनुकूल बनाने के लिए स्थानीय भाषाओं में प्रोग्रामिंग चरण।
- त्वरित सेवाओं के लिए आईटीआई इलेक्ट्रिकल तकनीशियनों/डीलरों के लिए प्रशिक्षण कार्यक्रमों की सुविधा प्रदान करना।

कृषि में स्वचालन को बढ़ावा देने के लिए सरकारी पहलः

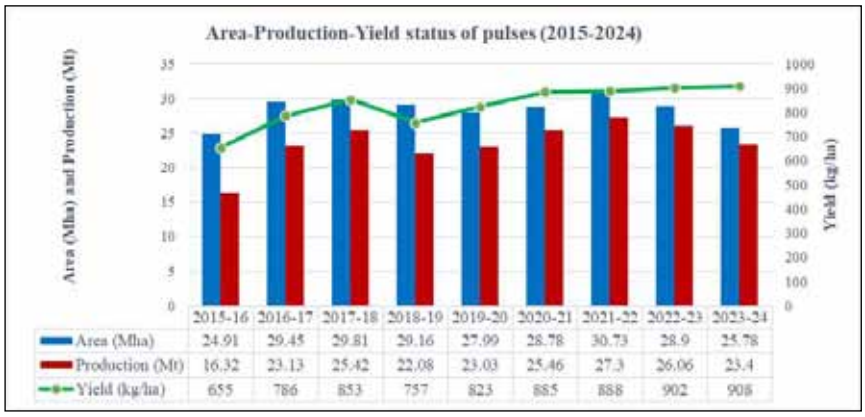
- केंद्र/राज्य सरकार ने इच्छुक किसानों को 50 प्रतिशत सब्सिडी के साथ 40,000 रुपये प्रति हेक्टेयर की स्वचालन लागत को स्वीकृति देकर कृषि में स्वचालन को अपनाने पर बल दिया है।
- दिशानिर्देशों के अनुसार, प्रत्येक राज्य का लक्ष्य एक वित्तीय वर्ष में सूक्ष्म सिंचाई के माध्यम से 5 प्रतिशत क्षेत्र में विस्तार करना है।

भारत में दालों की स्थिति: उत्पादन, व्यापार और प्रसंस्करण में रुझान

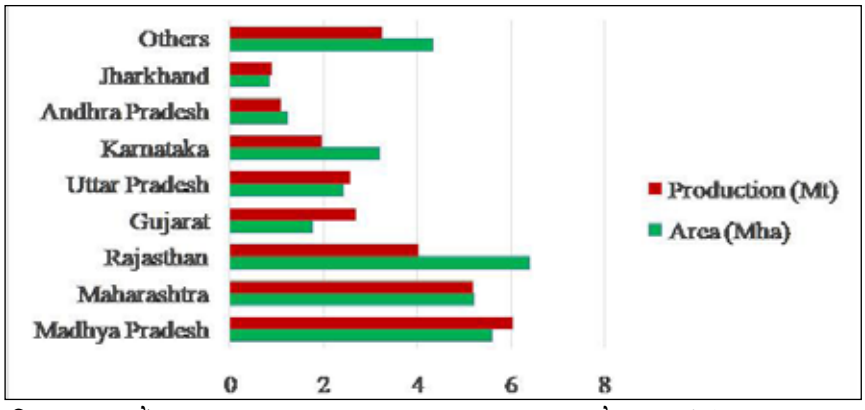
डॉ. रंजीत सिंह[1] सुश्री सौम्या महापात्रा[1] इंजी. सुमित बी. उरहे[1]
आईसीएआर-केंद्रीय कटाई उपरांत अभियांत्रिकी एवं प्रौद्योगिकी संस्थान, लुधियाना-141004

परिचय:
दालें भारतीय कृषि और आहार परिदृश्य की आधारशिला हैं, जो देश की खाद्य सुरक्षा और पोषण संबंधी आवश्यकताओं में महत्वपूर्ण योगदान देती हैं। पिछले कुछ वर्षों में, भारत में दालों के उत्पादन और प्रसंस्करण के रुझानों में काफी बदलाव आया है। इन परिवर्तनों ने दालों की समग्र उपलब्धता, मूल्य निर्धारण और गुणवत्ता को प्रभावित किया है, जो इस महत्वपूर्ण क्षेत्र की गतिशील प्रकृति को उजागर करता है। यह लेख भारत में दालों की स्थिति पर प्रकाश डालता है, उत्पादन, व्यापार और प्रसंस्करण के रुझानों की जांच करता है ताकि इस क्षेत्र के वर्तमान परिदृश्य और भविष्य की संभावनाओं की व्यापक समझ प्रदान की जा सके।

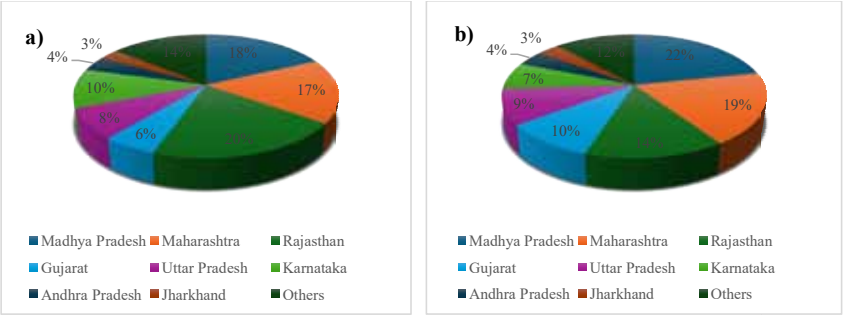
दालों के क्षेत्र, उत्पादन और उपज में रुझान
चित्र 1 में 2015-16 से 2023-24 तक दालों के क्षेत्र (मिलियन हेक्टेयर, एमएचए) उत्पादन (मिलियन टन, एमटी) और उपज (किलोग्रामध्हेक्टेयर) में रुझान का पता चलता है। डेटा दालों की खेती के तहत क्षेत्र में लगातार वृद्धि और उत्पादन में इसी तरह की वृद्धि को दर्शाता है। उतार-चढ़ाव के बाद भी, प्रति हेक्टेयर कुल उपज में सुधार हुआ है, जो कृषि पद्धतियों और बीज प्रौद्योगिकी में प्रगति को दर्शाता है।



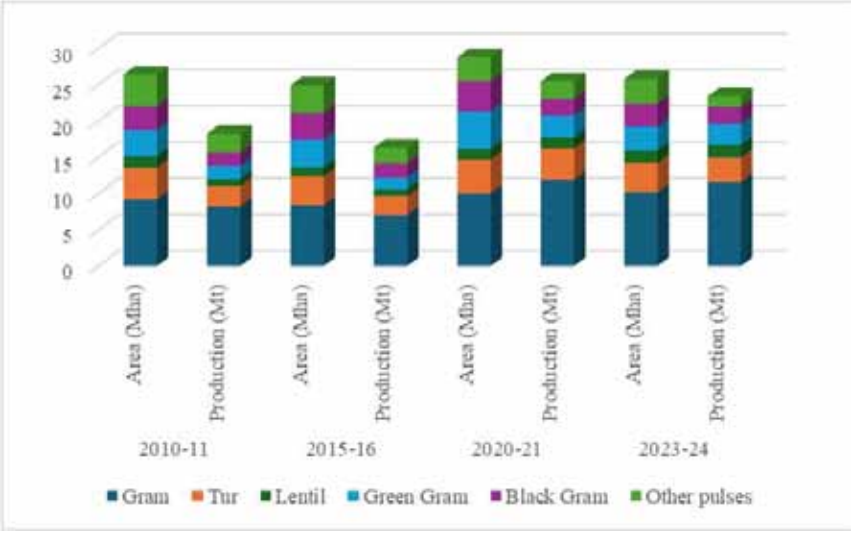
चित्र 1: भारत में दालों का क्षेत्र, उत्पादन और उपज *स्रोत: DoA&FW, 2023*



चित्र 2: भारत में प्रमुख दलहन उत्पादक राज्य (2023-24) *स्रोत: DoA&FW, 2023*

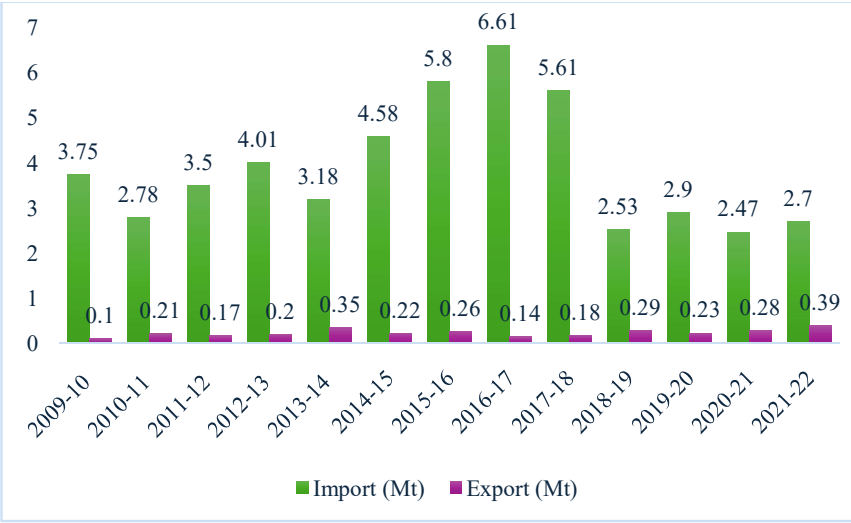


चित्र 3: कुल (क) क्षेत्र और (ख) उत्पादन में राज्यवार योगदान (प्रतिशत) *स्रोत: DoA&FW, 2023*



चित्र 4: पिछले कुछ वर्षों में विभिन्न दालों के क्षेत्र और उत्पादन में रुझान

स्रोत: भारतीय दलहन अनुसंधान संस्थान (2024)



चित्र 5: दालों का निर्यात और आयात *स्रोत: दाल विकास निदेशालय (2022)*

मध्य प्रदेश, राजस्थान और महाराष्ट्र अपनी जलवायु परिस्थितियों और दलहन के अंतर्गत आने वाले क्षेत्र के कारण भारत में दलहन के कुल उत्पादन में सबसे आगे हैं (चित्र 2)।

दालों के कुल क्षेत्रफल और उत्पादन में विभिन्न

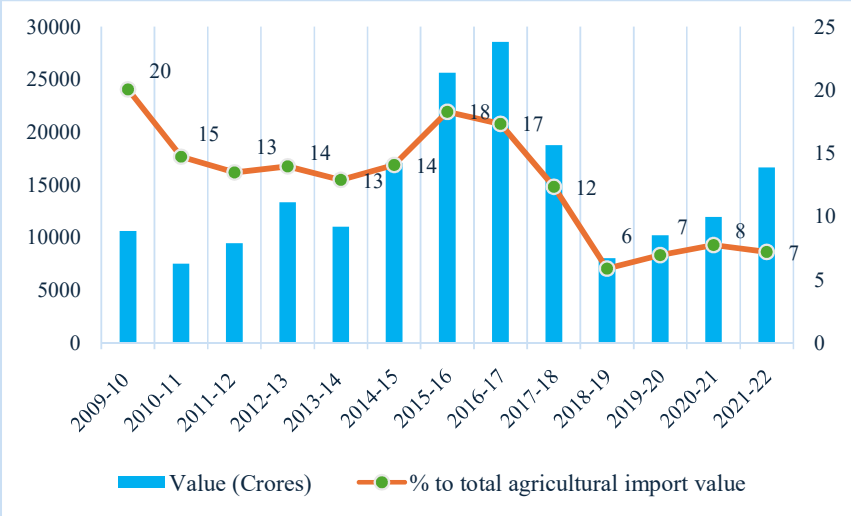
राज्यों का प्रतिशत योगदान चित्र 3 में दर्शाया गया है। मध्य प्रदेश, महाराष्ट्र, राजस्थान और गुजरात दलहन क्षेत्र और उत्पादन में शीर्ष उत्पादक प्रदेश हैं जो भारत में दलहन के उत्पादन में लगभग 70 प्रतिशत का योगदान देते हैं।

वर्ष 2010-11 से 2023-24 तक, भारत के दलहन उत्पादन में महत्वपूर्ण बदलाव देखने को मिले हैं। चना और मूंग जैसी दालों में क्षेत्र और उत्पादन दोनों में उल्लेखनीय वृद्धि देखी गई। पिछले कुछ वर्षों के रुझानों की जांच करते हुए, चित्र 4 में 2010-11 से 2023-24 तक विभिन्न दालों के क्षेत्र और उत्पादन को दर्शाया गया है। उत्पादन वृद्धि अच्छी कृषि पद्धतियों के अनुकूलन और देश के दलहन उत्पादन के केंद्रित क्षेत्र में सरकारी योजनाओं के बल देने से संबंधित है।

कृषि वस्तुओं की व्यापार गतिशीलता भारत की अर्थव्यवस्था के लिए महत्वपूर्ण है। पिछले दशक में दालों के आयात में वृद्धि के साथ दालों के व्यापार गतिशीलता में प्रतिकूल प्रवृत्ति रही है, जैसा कि चित्र 5 में दिखाया गया है। दालों के आयात मूल्य और भारत के कुल कृषि आयात मूल्य के बीच संबंध को चित्र 6 में दर्शाया गया है, जो देश की अर्थव्यवस्था पर वित्तीय बोझ को उजागर करता है और दालों के आयात पर निर्भरता को कम करने के लिए घरेलू उत्पादन को बढ़ाने के महत्व को रेखांकित करता है।

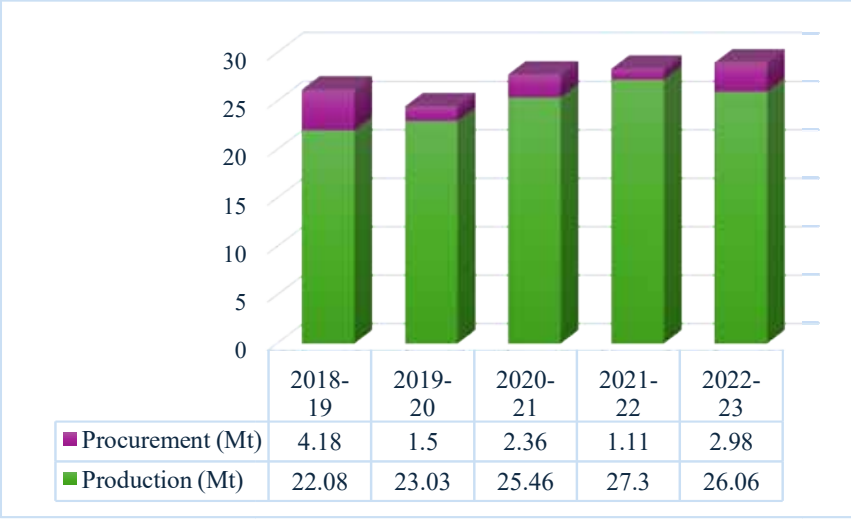
दालों का न्यूनतम समर्थन मूल्य (एमएसपी) और खरीद की स्थिति

पिछले पाँच वर्षों से कुल उत्पादन की तुलना में सरकार द्वारा दालों की खरीद का रुझान चित्र 7 में प्रस्तुत किया गया है। कुल उत्पादन में दालों की सरकारी खरीद का अनुपात 2018-19 में 18.93 प्रतिशत से घटकर 2022-23 में 11.43 प्रतिशत हो गया है, जिस पर तत्काल



चित्र 6: कुल कृषि आयात के अनुपात में दालों के आयात का मूल्य

स्रोत: दालविकासनिदेशालय (2022)



	2018-19	2019-20	2020-21	2021-22	2022-23
Procurement (Mt)	4.18	1.5	2.36	1.11	2.98
Production (Mt)	22.08	23.03	25.46	27.3	26.06

चित्र 7: भारत में दालों का उत्पादन और खरीद

स्रोत: भारत सरकार, 2024 (https://pib.gov.in/PressReleaseIframePage.aspx?PRID=2003184)

ध्यान देने की आवश्यकता है। हालाँकि, पिछले वर्ष की तुलना में चालू वर्ष में डैच् के बढ़े हुए मूल्य (तालिका 1) सरकारी खरीद स्तरों में वृद्धि प्रदान करने में सक्षम हो सकते हैं।

दालों का भंडारण

खाद्यान्नों, जिसमें दालें भी सम्मिलित हैं, के लिए भंडारण क्षमता कृषि आपूर्ति श्रृंखला का एक महत्वपूर्ण पहलू है, जिसकी संयुक्त भंडारण क्षमता 76.25 मिलियन मीट्रिक टन है। यह विशाल भंडारण अवसंरचना अधिशेष उत्पादन के प्रबंधन और कमी के समय बाजार को स्थिर करने के लिए बफर स्टॉक बनाए रखने के लिए आवश्यक है।

दालों का प्रसंस्करण

दालों के प्रसंस्करण में 65-75 प्रतिशत की कम दाल रिकवरी दर जैसी चुनौतियाँ हैं, जिन्हें उन्नत मशीनरी अपनाकर सुधारा जा सकता है। तालिका 2 दस वर्षों में भारत में कुल दाल प्रसंस्करण की सीमा को दर्शाती है जो प्रसंस्करण की बढ़ती प्रवृत्ति को दर्शाती है यानी 2010-11 में 34 प्रतिशत की तुलना में 2018-19 में 62 प्रतिशत। चित्र 8 से यह समझा जा सकता है कि अरहर और चने में प्रसंस्करण की बहुत अधिक क्षमता है, जिस पर प्रसंस्करण उद्योगों को विशेष ध्यान देने की आवश्यकता है।

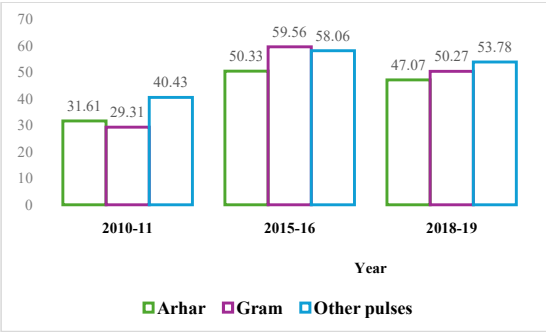
निष्कर्ष

भारत, जिसकी बढ़ती जनसंख्या 2030 तक 1.51 बिलियन तक पहुंचने की आशा है, को दालों की 35डज की अनुमानित मांग को पूरा करने की चुनौती का सामना करना पड़ रहा है। इसके लिए दाल उत्पादन में 3.57 प्रतिशत की वार्षिक वृद्धि दर की आवश्यकता है। दालों की अधिक मात्रा को समायोजित करने के लिए, हमें अधिक भंडारण संरचनाओं की आवश्यकता है और इसके अतिरिक्त, प्रसंस्करण की सीमा में सुधार किया जाना चाहिए। इसलिए, फसल के बाद होने वाली हानि को कम करने और उपज के अंतर को कम करने, भंडारण और प्रसंस्करण को बढ़ाने, आयात पर निर्भरता को कम करने और अंततः किसानों की आय के स्तर को बेहतर बनाने के लिए किसानों और अनुसंधान संस्थानों के बीच की खाई को पाटने के प्रयास किए जाने चाहिए।

तालिका 1: वर्ष 2024-25 के लिए दालों का न्यूनतम समर्थन मूल्य (एमएसपी)

दाल	एमएसपी (₹ प्रति क्विंटल)	पिछले वर्ष से वृद्धि (₹)
अरहर (तूर)	7,550	550
मूंग	8,682	124
उड़द	7,400	450
चना (चना)	5,440	105
मसूर (मसूर)	6,425	425

स्रोत: भारत सरकार, 2024 (https://pib-gov-in/PressReleaseIframePage-aspÛ\PRID¼2003184)



चित्र 8: भारत में दाल प्रसंस्करण का विस्तार (प्रतिशत)

स्रोतः *MoFPI, 2021*

तालिका 2: भारत में दाल प्रसंस्करण की स्थिति

विवरण	2010-11	2015-16	2018-19
शुद्ध उत्पादन (मीट्रिक टन)	16.77	13.08	18.76
कुल संसाधित मात्रा (मीट्रिक टन)	5.70	7.49	9.00
सरकारी खरीद (मीट्रिक टन)	0.00	0.05	4.18
प्रसंस्करण की सीमा (खरीद के बाद शुद्ध उपलब्ध मात्रा के साथ समायोजित) (प्रतिशत में)	34.00	57.40	61.80

स्रोतः *MoFPI, 2021*

संदर्भ

1. Annual report (2022-23). Directorate of Pulse Production, Government of India.
2. DoA&FW (2023). Agricultural Statistics at a Glance (2022-23), Department of Agriculture and Farmers' Welfare, MoA&FW, GoI
3. DPD (2022). Annual Report (2021-22), Directorate of Pulse Development, Ministry of Agriculture and Farmers' Welfare, Government of India.
4. GoI (2024). Minimum Support Price for various crops. (https://pib.gov.in/PressReleaseIframePage.aspx?PRID=2003184)
5. IIPR (2024). Annual Report (2023-24), ICAR-Indian Institute of Pulses Research, Kanpur, MoA&FW, GoI
6. MoCA (2024). Annual Report (2023-24). Ministry of Consumer Affairs, Government of India.
7. MoFPI (2021). Study to Determine the Level of Food Processing in India. Ministry of Food Processing and Industries, GoI.

खाद्य सुरक्षा के मूल्यांकन में त्वरित विधियों की भूमिका और महत्व

सुश्री शबनम कुमारी[1] डॉ. देविंदर ढींगरा[2]

[1] वरिष्ठ अनुसंधान फेलो' अनुरूपी लेखक 1 वरिष्ठ अनुसंधान फेलो' अनुरूपी लेखक, ईमेलः shabnam0798@gmail.com

[2] प्रधान वैज्ञानिक (एएस और पीई), ईमेलः dhingra.icar@gmail.com

[1,2] कृषि इंजीनियरिंग प्रभाग, भारतीय कृषि अनुसंधान परिषद, नई दिल्ली-110012, भारत

परिचय

खाद्य सुरक्षा उपभोक्ताओं, उत्पादकों, प्रसंस्करणकर्ताओं, ट्रांसपोर्टरों और खाद्य आपूर्ति श्रृंखला में सम्मिलित लगभग सभी लोगों के लिए एक सर्वोपरि चिंता का विषय है। खाद्य जनित बीमारियाँ एक महत्वपूर्ण वैश्विक स्वास्थ्य संकट उत्पन्न करती हैं, जो दुनिया भर में लाखों लोगों को प्रभावित करती हैं। डब्ल्यूएचओ 2022 के अनुसार, हर साल अनुमानित 600 मिलियन लोग, वैश्विक स्तर पर लगभग 10 में से 1 व्यक्ति, दूषित भोजन के कारण बीमार पड़ते हैं। किसान और खाद्य प्रसंस्करणकर्ता यह सुनिश्चित करने के लिए स्थापित दिशानिर्देशों का पालन करते हैं कि उनके द्वारा उत्पादित खाद्य सुरक्षित है और राष्ट्रीय और अंतर्राष्ट्रीय मानकों को पूरा करता है। नियामक एजेंसियां बाजारों में कारोबार किए जाने वाले खाद्य पदार्थों की सुरक्षा और गुणवत्ता की निगरानी और देखरेख करने तथा उपभोक्ताओं के हितों की रक्षा करने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाती हैं।

राष्ट्रीय खाद्य नियंत्रण एजेंसियों ने ऐसे अधिनियम और कानून जारी किए हैं जो खाद्य सुरक्षा खतरों (भौतिक, रासायनिक, जैविक और एलर्जी), उनकी अनुमेय सीमा, मानक नमूनाकरण विधियों और विश्लेषणात्मक प्रक्रियाओं को रेखांकित करते हैं। भारत में, स्वास्थ्य और परिवार कल्याण मंत्रालय के तहत भारतीय खाद्य सुरक्षा और मानक प्राधिकरण (एफएसएसएआई) मानक निर्धारित करने, खाद्य व्यवसायों को लाइसेंस देने, खाद्य सुरक्षा और गुणवत्ता की निगरानी करने और संबंधित गतिविधियों की देखरेख करने के लिए उत्तरदायी है। भौतिक, रासायनिक और जैविक खतरों की उपस्थिति भोजन को मानव उपभोग के लिए असुरक्षित बना सकती है। चीन से आने वाले सुसी नोरी को भारी धातु आर्सेनिक की उपस्थिति के कारण अस्वीकार कर दिया गया था। इसी तरह, बांग्लादेश से आने वाले पूरे सुपारी (सुपारी) को अस्वीकार कर दिया गया क्योंकि मोल्ड और कीड़ों द्वारा क्षतिग्रस्त नट्स का प्रतिशत अनुमेय सीमा से अधिक था। ऐसे विषयों को संबोधित करने के लिए, एफएसएसएआई ने खाद्य आयात अस्वीकृति अलर्ट (एफआईआरए) पोर्टल (https://fira.fssai.gov.in/), लॉन्च किया है, जो खाद्य आयात अस्वीकृतियों पर जानकारी साझा करने के लिए एक डिजिटल प्रणाली है। खाद्य सुरक्षा और गुणवत्ता का मूल्यांकन करने के लिए मानक परीक्षण विधियाँ उपलब्ध हैं, जिनका उचित तरीके से दस्तावेजीकरण किया गया है। कुछ मामलों में, ये विधियाँ काफी जटिल और समय लेने वाली होती हैं।

रोगजनक का पता लगाने और मात्रा का निर्धारण, कुल प्लेट गणना और खमीर और मोल्ड गणना जैसी पारंपरिक सूक्ष्मजीवविज्ञानी विश्लेषण विधियों के लिए व्यापक प्रयोगशाला अवसंरचना की आवश्यकता होती है, जिसमें मीडिया तैयारी, नमूना निष्कर्षण, टीकाकरण, विकास और गणना के लिए अलग-अलग क्षेत्र सम्मिलित हैं।

तालिका 1: एफएसएसएआई द्वारा अनुमोदित त्वरित सूक्ष्मजीवविज्ञानी परीक्षण किट/उपकरण/विधियाँ (2024)

क्रम सं.	पैरामीटर	किट/विधियाँ/उपकरण	कंपनियाँ
1.	रोगजनक परीक्षण Pathogens Testing	• Salmonella Tq,	Merck KGaA, Germany / Merck Life Science Pvt. Ltd. Mumbai
		• Listeria monocytogenes Tq	
		• E. coli O157:H7 Tq	
		• Shiga toxin genes (0157) Tq/(Top 7) Tq	
		• Poly IMS-Top STEC 61030	
		• Transia ® Plate Salmonella Gold (Sa0180 & SA0190)	
		• Chromocult® Chliform Agar/ Agar (ES)	
		• SureTect Salmonella PCR/ Listeria PCR/ E. Coli O157:H7	Oxoid Ltd. (Part of Thermo Fisher Scientific) UK
		• ANSR Salmonella	Neogen Food Safety, USA/ Neogen
		• Soleris E. coli Test (S2-EBAC9)/ (EC-104)/ Coliforms Test (CC-109)	Food & Animal Security (India)
		• 3MTM Molecular Detection Assay 2- Salmonella/ E Coli. O157/ Listeria monocytogenes/ Cronobacter	
		• VIDAS UP Salmonella/(LMX)	BiomerieuxS.A.France/
		• Tempo EC	Biomerieux India Pvt. Ltd.,
		• GENE UP Listeria monocytogenes/® E Coli O157:H7 2/ Salmonella 2	NewDelhi
		• VIDAS Easy Salmonella/ Listeria Monocytogenes II/ Campylobacter/ UP E. coli O157	
		• 3M Molecular Detection – Salmonella/ Listeria	3M Food Safety Department, USA/ 3M India Limited, Bangalore
		• Micro Biological Survey (MBS) (Coliform #/ Escherichia Coli#/ Listeria monocytogenes#/ Satphylococcus aureus#/ Salmonella#)	MBS SRL, Italy
2.	खमीर एवं फफूंद परीक्षण Yeast & Mold Testing	• 3M™ Petrifilm™ Rapid Yeast & Mold (RYM) Count Plates Compact Dry YM	3M Food Safety Department, USA/ 3M India Limited, Bangalore
		• Petrifilm™ Yeast & Mold (YM) Count Plates	
		• Soleris Direct Yeast and Mold Count Kit (DYM-109C)	Neogen Food Safety, USA/ Neogen Food & Animal Security (India)
		• Compact Dry X-SA/YM	Nissui Pharmaceuticals, Japan/ Shah Brothers, Mumbai
		• Compact Dry YMR	Shimadzu Diagnostics, Japan/ Tansha, Mumbai
		• MC Media Pad Yeasdt& Mould	Merck KGaA, Germany / Merck Life Science Pvt. Ltd. Mumbai
3.	कुल प्लेट गणना Total Plate Count (TPC)	• Soleris Total Viable Count (NF-TVC)	Neogen Food Safety, USA/ Neogen Food & Animal Security (India)
		• PetrifilmTM(Aerobic Count (AC) Plates/ Rapid E. Coli (REC) Count Plates/ E. Coli (EC)/ Enterobacteriac (EB) Count/ Coliform Count (CC)/ Rapid Aerobic (RAC) Count Plates/ Staph Express Count Plate/ Rapid Coliform Count (RCC) plates)	3M Food Safety Department, USA/ 3M India Limited, Bangalore
		• Compact Dry TC/EC/BC	Nissui Pharmaceuticals, Japan/ Shah Brothers, Mumbai
		• Compact Dry TCR	BiomerieuxS.A.France/
		Tempo STA and EB Kits	Biomerieux India Pvt. Ltd., New Delhi
		• MBS Aerobic Plate Count	MBS SRL, Italy

TABLE 2:FSSAI APPROVED RAPID TOXINS & ANTIBIOTICS TESTING KIT/EQUIPMENT/METHODS(2024)

क्रम सं.	पैरामीटर	किट/विधियाँ/उपकरण	कंपनियाँ
1.	Antibiotics Detection	• MilkSafeTM 3BTS Kit /2BC /3BTC#	CHR Hansen (India) Pvt. Ltd.
		• Raptor Integrated Analysis Platform – Reveal Q+ Max	Neogen Food Safety, USA/ Neogen Food & Animal Security (India)
		• Delvotest® SPNT/ Ampoule	DSM Food Specialities BV, The Netherlands/DSM India Private Limited, Pune
2.	Toxins Detection	• Raptor Aflatoxin Test	Neogen Food Safety, USA/ Neogen Food & Animal Security (India) Private Limited, Kochi
		• Shiga Toxin Top7 STEC	
		• Media -Aflatoxin M1 Rapid Test Kit	
		• Raptor Integrated Analysis Platform – Reveal Q+ Max	
		• Aflatoxin M1 ELISA Kit	Eurofins Technologies, Hungary/ Eurofins Amar Immunodiag
		• Aflatoxin M1 Rapid Test Kit	Ringbiotechnology Co.Ltd.,China/ AVM Food Specialties, Indore
		• Soleris Mycotoxin Testing Platform	Merck Life Science Pvt. Ltd.

Source: https://www.fssai.gov.in/cms/raft.php

ये विधियाँ समय लेने वाली हो सकती हैं, अत्यधिक सटीकता और सावधानी की आवश्यकता होती है, प्रायः परिणाम प्राप्त करने में कई दिन से लेकर एक सप्ताह तक का समय लग जाता है। इस तरह की देरी खाद्य उत्पादों की जैविक सुरक्षा की त्वरित निगरानी और मूल्यांकन में बाधा डालती है। अवशेषों, विषाक्त पदार्थों और खाद्य उत्पादों की निगरानी के लिए भी इसी तरह की समस्याओं का सामना करना पड़ता है। तालिका 1 में रोगाणुओं, खमीर और मोल्ड, और कुल प्लेट काउंट (टीपीसी) सहित सूक्ष्मजीवविज्ञानी परीक्षण पैरामीटर सम्मिलित हैं, जो खाद्य उत्पादों में सूक्ष्मजीवविज्ञानी संदूषण का पता लगाने के लिए प्रमुख विधियों को कवर करते हैं।

त्वरित खाद्य परीक्षण विधियों का महत्व

निगरानी और निगरानी गतिविधियों में खाद्य सुरक्षा के तेज मूल्यांकन को ध्यान में रखते हुए, शोधकर्ताओं ने रोगजनकों, मेसोफिलिक एरोबिक बैक्टीरिया, खमीर और मोल्ड, एफ्लैटॉक्सिन, अवशेषों, विषाक्त पदार्थों और मिलावटों के त्वरित मूल्यांकन (गुणात्मक और मात्रात्मक) के लिए विभिन्न विधियों, किटों, उपकरणों, उपकरणों और उपकरणों को विकसित किया है। तीव्र विधियाँ कई प्रमुख लाभ प्रदान करती हैं, जिसमें तेज परिणाम, पारंपरिक विधियों के साथ हफ्तों की तुलना में घंटों या दिनों के भीतर परिणाम देना सम्मिलित है। वे नमूना तैयार करने और संसाधन उपयोग को कम करके, लागत में कटौती करके और थ्रूपुट को बढ़ाकर दक्षता में सुधार करते हैं। भारत में राष्ट्रीय खाद्य नियंत्रण एजेंसी, एनएबीएल ने इन विधियों का मूल्यांकन किया है और उन्हें खाद्य परीक्षण प्रयोगशालाओं, खाद्य प्रसंस्करणकर्ताओं, खाद्य व्यवसाय संचालक आदि द्वारा व्यावसायिक उपयोग के लिए अनुमोदित किया है। राष्ट्रीय स्तर की एनएबीएल एजेंसी ने वैश्विक स्तर पर मान्य परीक्षण रिपोर्ट वाली प्रयोगशालाओं में ऐसी विधियों के प्रदर्शन के लिए मान्यता भी दी है। त्वरित खाद्य परीक्षण के लिए इन किटों/विधियों/उपकरणों का संक्षिप्त सारांश तालिका 1 और तालिका 2 में प्रस्तुत किया गया है। यह जानकारी 2024 तक एफएसएसएआई द्वारा अनुमोदित विधियों पर आधारित है और नए विकास के साथ इसमें बदलाव होने की संभावना है।

स्वीकृत तीव्र विधियों (42) का एक महत्वपूर्ण बहुमत रोगजनक परीक्षण के लिए समर्पित है, जो साल्मोनेला, लिस्टेरिया मोनोसाइटोजेन्स और ई. कोली व्157 का पता लगाने पर ध्यान केंद्रित करता है। अन्य श्रेणियों में यीस्ट और मोल्ड परीक्षण (8 विधियाँ), कुल प्लेट काउंट (15 विधियाँ), एंटीबायोटिक्स का पता लगाना (6 विधियाँ), और विषाक्त पदार्थों का पता लगाना (8 विधियाँ) सम्मिलित हैं। ये विधियाँ सामूहिक रूप से खाद्य सुरक्षा में सुधार करती हैं, उपभोक्ता विश्वास बढ़ाती हैं, और नियामक मानकों को पूरा करती हैं।

रैपिड फूड टेस्टिंग विधियाँ

रैपिड फूड टेस्टिंग विधियाँ आवश्यक उपकरण के रूप में उभरी हैं जो दूषित पदार्थों (साल्मोनेला, एस्चेरिचिया कोली (ई. कोली), लिस्टेरिया मोनोसाइटोजेन्स, कीटनाशक अवशेष, एलर्जेंस (दूध, मूंगफली, सोया, अंडे, ग्लूटेन, मछली) और विषाक्त पदार्थों (एफ्लैटॉक्सिन, ऑक्रैटॉक्सिन ए, बोटुलिनम टॉक्सिन, एंटरोटॉक्सिन) और एंटीबायोटिक्स का पता लगाने के लिए तेज और अधिक विश्वसनीय विधियाँ प्रदान करती हैं।

रैपिड माइक्रोबायोलॉजिकल टेस्टिंग विधियाँ एलिसा और लेटरल फ्लो इम्यूनोसे (एलएफआईए) जैसी तकनीकों के माध्यम से रोगजनकों की पहचान करती हैं, जो विशिष्ट रोगाणुओं का पता लगाने के लिए एंटीबॉडी का उपयोग करती हैं। रीयल-टाइम पीसीआर संवेदनशील पहचान के लिए ट्रांसफर ऑर्गेनिज्म के डीएनए या आरएनए को बढ़ाता है, जबकि बायोसेंसर बैक्टीरिया या विषाक्त पदार्थों की पहचान करने के लिए जैविक घटकों का उपयोग करते हैं। रासायनिक परीक्षण रासायनिक अवशेषों का विश्लेषण करने के लिए क्रोमैटोग्राफी और स्पेक्ट्रोस्कोपी (जैसे, इन्फ्रारेड और मास स्पेक्ट्रोमेट्री) का उपयोग करके दूषित पदार्थों पर ध्यान केंद्रित करता है। एलर्जेन परीक्षण उपभोक्ता सुरक्षा के लिए महत्वपूर्ण है, जिसमें एलिसा और एलएफआईए का उपयोग त्वरित जांच के लिए किया जाता है। ग्लूटेन या दूध प्रोटीन जैसे एलर्जेंस का पता लगाना, लेबलिंग विनियमों के अनुपालन को सुनिश्चित करना। डीएनए अनुक्रमण और रमन स्पेक्ट्रोस्कोपी जैसी हालिया

प्रगति ट्रेसेबिलिटी में गहन अंतर्दृष्टि प्रदान करती है, जो गैर-विनाशकारी परीक्षण समाधान प्रदान करती है। ये अत्याधुनिक तकनीकें उद्योग की सुरक्षा संबंधी चिंताओं का सटीकता और गति के साथ जवाब देने की क्षमता को बढ़ाती हैं।

त्वरित खाद्य परीक्षण विधियों को अपनाने से कई लाभ मिलते हैं। तेज टर्नअराउंड समय में निर्णय लेने में तेजी आती है, संकट कम होते हैं और उत्पाद वापस मंगाए जाने से बचते हैं। नियमित परीक्षण विनियामक अनुपालन सुनिश्चित करता है, व्यवसायों को दंड से बचाता है और उन्हें उच्च मानकों को बनाए रखने में सहायता करता है। इसके अतिरिक्त, ये उपाय उपभोक्ता विश्वास को बढ़ाते हैं, क्योंकि ग्राहक खाद्य सुरक्षा विषयों के बारे में अधिक जागरूक हो जाते हैं और निर्माताओं से अधिक पारदर्शिता की अपेक्षा करते हैं।

जबकि तीव्र खाद्य परीक्षण विधियाँ कई लाभ प्रदान करती हैं, वे चुनौतियों से रहित नहीं हैं। ऐसी ही एक चुनौती विभिन्न प्लेटफॉर्म और सेटिंग्स में परिणामों की विश्वसनीयता और सटीकता सुनिश्चित करने के लिए सत्यापन और मानकीकरण की आवश्यकता है। जैविक नमूनों की विविधता और सेलुलर व्यवस्था को ध्यान में रखते हुए बल्क लॉट या बड़े आकार के नमूने के बीच परीक्षण नमूने का नमूना लेना भी चुनौतियों में से एक है। वैज्ञानिक प्लेटफॉर्म पर आने वाली नई विधियों को स्वीकार करना भी चुनौतियों में से एक है। यह स्वीकृति उनकी विश्वसनीयता सुनिश्चित करने के लिए कठोर सत्यापन और मानकीकरण की आवश्यकता के कारण बाधित है। इसके अतिरिक्त, इन प्रौद्योगिकियों को लागू करने और कर्मियों को प्रशिक्षित करने की लागत, विशेष रूप से छोटे व्यवसायों और विकासशील देशों के लिए, बाधाएँ खड़ी कर सकती है। ये त्वरित विधियाँ संवेदनशील, विशिष्ट, उपयोग में आसान, लागत प्रभावी और विनियामक मानक का अनुपालन करने वाली होनी चाहिए।

खाद्य जनित संकटों का शीघ्र पता लगाने, प्रकोपों को रोकने, आर्थिक हानि को कम करने और विनियामक अनुपालन सुनिश्चित करने के लिए त्वरित खाद्य परीक्षण विधियाँ आवश्यक हैं। ये विधियाँ खाद्य सुरक्षा और गुणवत्ता बनाए रखने के लिए महत्वपूर्ण हैं, और सार्वजनिक विश्वास की रक्षा करने में महत्वपूर्ण बनी रहेंगी। जैसे-जैसे खाद्य उद्योग विकसित होता है, त्वरित परीक्षण प्रौद्योगिकियाँ इसे सुरक्षित, अधिक कुशल और आधुनिक चुनौतियों का समाधान करने के लिए उन्नत ढंग से सुसज्जित बनाने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाएँगी।

क्या पॉपिंग और पफिंग स्टार्चयुक्त अनाज के पोषण संबंधी प्रोफाइल को उन्नत और स्वास्थ्यवर्धक बनाते हैं ?

सुश्री मुस्कान गुप्ता[1] सुश्री पवनदीप कौर संधू[1] डॉ. राजेश कुमार विश्वकर्मा[1] इंजी. राहुल कुमार राउत[2]

[1]वरिष्ठ अनुसंधान फेलो, [2]वरिष्ठ अनुसंधान फेलो, [3]परियोजना समन्वयक (AICRP on PHET) और प्रधान वैज्ञानिक,
आईसीएआर- केंद्रीय कटाई उपरांत इंजीनियरिंग एवं प्रौद्योगिकी संस्थान, लुधियाना, पंजाब
[4]वैज्ञानिक,आईसीएआर-राष्ट्रीय मखाना अनुसंधान केंद्र (एनआरसी), दरभंगा, बिहार

परिचय

खाद्य उद्योग में सबसे महत्वपूर्ण और पसंद किए जाने वाले उत्पादों में से एक है - विस्तारित स्नैक आइटम क्योंकि वे पचाने में आसान, हल्के, कुरकुरे और खाने के लिए तैयार होते हैं। विस्तारित स्नैक्स का उत्पादन एक चुनौतीपूर्ण कार्य है। ग्राहकों की अपेक्षाओं और स्वाद वरीयताओं को पूरा करने के अतिरिक्त, बाजार की प्रवृत्ति को पकड़ने के लिए यह अभिनव और अद्वितीय होना चाहिए। स्नैक फूड मैन्युफैक्चरिंग कंपनियां लगातार ऐसी प्रोसेसिंग तकनीक की तलाश करती हैं जो न केवल कम मूल्य की हों बल्कि स्वस्थ स्नैक बनाने के उद्देश्य को भी पूरा करें। इस संबंध में, पॉपिंग और पफिंग संभावित विधियाँ हैं जो इन सभी लक्ष्यों को पूरा कर सकते हैं। वे सरल और कम लागत वाली प्रक्रियाएँ हैं जिनका उपयोग कुरकुरे और विस्तारित उत्पादों के उत्पादन के लिए किया जाता है, जैसे कि पॉप्ड मखाना, पॉपकॉर्न, पफ्ड राइस, पफ्ड गेहूं, पफ्ड सोयाबीन, और कई अन्य।

पॉपिंग और पफिंग क्या है ?

पॉपिंग एक सस्ती सूखी गर्मी प्रक्रिया है जहाँ नमी-वातानुकूलित अनाज को थोड़े समय के लिए उच्च तापमान के संपर्क में लाया जाता है। बीज का आवरण या खोल एक अवरोध के रूप में कार्य करता है और एक दबाव पोत के रूप में कार्य करता है जो एंडोस्पर्म को ढँक देता है। नमी की कंडीशनिंग कर्नेल और शेल के बीच छोटे अंतराल बनाती है, जो नमी को संतुलित करती है और स्टार्च को आंशिक रूप से जिलेटिनाइज करती है। यह दबाव पॉपिंग तापमान से मेल खाता है, जिससे अनाज पकता है और एंडोस्पर्म 6 से 8 गुना फैलता है। अनाज के विस्तारित माइक्रोपोर के माध्यम से भाप निकलती है।

अनाज का पफिंग एक उच्च तापमान, कम समय की गर्मी उपचार है जो कि छिलके उतारे गए, नमी और नमक-कंडीशन किए गए आंशिक रूप से उबले हुए अनाज का होता है, जिससे एक चिकनी सतह वाला विस्तारित उत्पाद बनता है। इस प्रक्रिया में आंतरिक नमी से अति गर्म भाप का निकलना या विस्तार सम्मिलित है, या तो आंतरिक संरचना बनाने के लिए या मौजूदा संरचना का विस्तार या टूटना। पॉपिंग के विपरीत, पफिंग में एक हाइड्रोथर्मल प्रक्रिया (पारबोइलिंग) सम्मिलित है जो अनाज की दरारों को सील करती है और बाहरी परत को सख्त बनाती है। यह परत एक दबाव पोत के रूप में कार्य करती है और पफिंग के मध्य अनाज के अंदर नमी को फँसाती है। पफिंग के मध्य, अनाज को तब तक गर्म किया जाता है जब तक कि स्टार्च बहने योग्य न हो जाए, जिससे जल वाष्प बाहर निकल जाए और अनाज का विस्तार या टूटना हो। पॉपिंग और पफिंग स्नैक्स को स्वीकार्य स्वाद और वांछनीय सुगंध प्रदान करते हैं। विस्तारित उत्पाद को विभिन्न पारंपरिक और नवीन तरीकों का उपयोग

करके प्राप्त किया जा सकता है जैसा कि तालिका 1 में बताया गया है। कुछ पॉप्ड और पफ्ड उत्पादों को चित्र 1 में दर्शाया गया है।

पॉपिंग, पफिंग से किस तरह अलग है?

पफिंग और पॉपिंग दोनों में उच्च आयतन विस्तार सम्मिलित है। हालाँकि, पफिंग के लिए पहले से उपचारित अनाज (जैसे, खाना पकाना, नमक डालना और ठीक करना) और नमी की कंडीशनिंग के बाद उच्च तापमान पर भूनना आवश्यक है। उदाहरण के लिए, चावल, गेहूँ, राई, जौ और एममर गेहूँ को पफ करने के लिए पहले से पकाने की आवश्यकता होती है। पॉपिंग में नमी-कंडीशन वाले पूरे कच्चे अनाज (जैसे, धान, ज्वार और मक्का) या न्यूनतम संसाधित अनाज सम्मिलित होते हैं, जहाँ नमक मिलाना वैकल्पिक होता है लेकिन गुणवत्ता को बढ़ा सकता है। पफ्ड चावल को पहले से कंडीशन किए गए चावल से बनाया जाता है, जबकि पॉप्ड चावल नमी-कंडीशन किए गए धान से आता है।

तालिका 1: खाद्यान्नों को पॉप करने और पफ करने के लिए उपयोग की जाने वाली विभिन्न विधियाँ

विधि	विनिर्देश
हॉट सेंड बेड (गर्म रेत बिस्तर)	पूर्व-वातानुकूलित अनाज को 10-15 सेकंड के लिए गर्म रेत (220-250 डिग्री सेल्सियस) से हिलाया जाता है। यह 200-220 डिग्री सेल्सियस पर वनस्पति तेल में गर्म करके विस्तारित उत्पाद बनाता है।
हॉट ऑइल	यह विधि एक छोटे दबाव ढाल का उपयोग करती है, जिसमें हवा का तापमान (250-300 डिग्री सेल्सियस), वेग और अनाज का निवास समय उत्पाद की गुणवत्ता को प्रभावित करने वाले महत्वपूर्ण कारक हैं। हवा का वेग गुठली के द्रवीकरण और टर्मिनल वेगों के बीच होना चाहिए।
हॉट एयर	यह प्रणाली एक उत्पाद को सुपरहीटेड भाप से गर्म करती है, इसे एक निश्चित समय के लिए दबाव में रखती है।
गन पफिंग	This system heats a product with superheated steam, holds it under pressure for a given time, and then suddenly release the pressure to expand the product.
माइक्रोवेव पफिंग	माइक्रोवेव हीटिंग से अनाज के अंदर तेजी से उच्च भाप का दबाव बनता है और इसके अचानक बाहर निकलने से अनाज फैल जाता है।

पॉपिंग और पफिंग द्वारा प्रेरित परिवर्तन-खाद्यान्नों की पोषण संबंधी, कार्यात्मक और इन-विट्रो पाचन क्षमता

खाद्य उत्पाद के पोषण घटक पर पॉपिंग/पफिंग का प्रभाव

तालिका 2: कच्चे, पॉप्ड और पफ्ड खाद्य उत्पादों के पोषण संबंधी और जैवसक्रिय गुण

पैरामीटर खाद्य अनाज		कार्बोहाइड्रेट	प्रोटीन (%)	वसा (%)	खनिज (%)	कच्चा फाइबर (%)	आहार फाइबर (%)	टीपीसी (mg GAE/g)	टीएफसी (mg RE/ 100g)	कैरोटीनॉयड सामग्री (µg/100g)
मखाने	रॉ (कच्चा)	87.5	9.2	0.5	0.5	-	2.5	2.2	3.2	-
	पॉप्ड	84.9	11.0	0.3	0.4	-	3.3	1.1	1.3	-
	पफ्ड	-	-	-	-	-	-	-	-	-
मक्का	रॉ (कच्चा)	78.9	9.2	2.9	1.1	3.5	-	-	-	323.5
	पॉप्ड	79.9	10.9	3.1	1.3	3.4	-	-	-	53.7
	पफ्ड	78.5	9.3	2.4	-	-	-	-	-	-
चावल	रॉ (कच्चा)	79.6	10.8	2.6	1.6	-	4.0	4.0	1.3	-
	पॉप्ड	75.2	10.5	2.5	1.5	-	3.5	0.8	0.9	-
	पफ्ड	78.57	8.17	0.95	-	-	0.92	0.46	6.17	-
फॉक्सटेल मिलेट	रॉ (कच्चा)	68.8	11.8	8.7	3.7	8.8	-	-	-	-
	पॉप्ड	76.1	12.9	5.9	2.7	3.7	-	-	-	-
	पफ्ड	61.4	6.7	3.6	-	-	3.8	-	-	-
ज्वार	रॉ (कच्चा)	79.2	8.4	2.6	1.7	2.9	-	-	-	184.2
	पॉप्ड	81.4	8.5	2.9	1.7	2.8	-	-	-	36.7
	पफ्ड	74.6	11.3	3.3	-	-	1.9	-	-	-

चित्र 1: पॉप्ड उत्पाद : (a) मखाना, (b) मोती बाजरा, (c) मक्का, (d) सोरघम, (e) चावल, और (f) गेहूं; पफ्ड उत्पाद: (g) चावल, (h) मक्का, और (i) बाजरा

पॉपिंग और पफिंग एंडोस्पर्मिक स्टार्च के गुणों को काफी सीमा तक बदल देते हैं। पफिंग और पॉपिंग के मध्य पेरिकार्प के टूटने से स्टार्च के कणों की पहुंच में सुधार होता है। जैसे ही अनाज में उत्पन्न अति गर्म भाप बाहर निकलती है, क्रिस्टलीय स्टार्च मैट्रिक्स जिलेटिनाइज्ड हो जाता है और एक अनाकार संरचना बनाता है। विस्तारित स्नैक एक रबड़ जैसी बनावट प्राप्त करता है, और गर्म करने के बंद होने के साथ यह ठंडा होने लगता है और स्टार्च मैट्रिक्स कांच जैसी अवस्था में वापस आ जाता है। अनाज के विस्तार के मध्य कोशिका भित्ति विखंडन के कारण एमाइलोज और एमाइलोपेक्टिन श्रृंखलाओं की शाखाएँ अलग हो जाती हैं और छोटे टुकड़े बन जाते हैं। इस प्रकार, पॉप किए गए उत्पादों में घुलनशील एमाइलोज की मात्रा बढ़ जाती है। उप-कोशिकीय संरचना के टूटने से स्टार्च और प्रोटीन की समग्र पहुँच में सुधार होता है और प्रोटीयोलाइटिक एंजाइमों की पैठ बढ़ जाती है। यह इन-विट्रो स्टार्च और प्रोटीन की पाचन क्षमता में सुधार करता है। पफिंग और पॉपिंग से आहार फाइबर और प्रतिरोधी स्टार्च का क्षरण भी होता है। प्रक्रिया के मध्य गर्मी उपचार जटिल प्रोटीन को सरल प्रोटीन में तोड़ देता है। इसके अलावा, आवश्यक अमीनो एसिड रासायनिक संशोधन जैसे कि डीमाइडेशन, ग्लाइकोक्सीडेशन, ऑक्सीकरण और ग्लाइकेशन से गुजरते हैं। बढ़ी हुई प्रोटीन पाचन क्षमता को अनाज में टैनिन, फाइटिक एसिड और ऑक्सालिक एसिड जैसे प्रमुख एंटी-पोषक तत्वों के क्षरण के लिए भी उत्तरदायी ठहराया जा सकता है। हालांकि, प्रक्रिया के मध्य वसा की मात्रा पर प्रभाव निरर्थक रहता है। वसा का न्यूनतम प्रभाव विस्तार प्रक्रिया के मध्य लिपिड-एमाइलोज कॉम्प्लेक्शन और जिलेटिनाइजेशन को बढ़ावा देने का परिणाम हो सकता है। कच्चे, पॉप्ड और पफ्ड उत्पादों के पोषण मूल्यों को तालिका 2 में संकलित किया गया है।

खाद्य उत्पाद के कार्यात्मक घटक पर पॉपिंगध्पफिंग का प्रभाव

पॉपिंग और पफिंग फेनोलिक यौगिकों, फ्लेवोनोइड्स और कैरोटीनॉयड सहित गर्मी-अस्थिर कार्यात्मक यौगिकों की कमी में काफी योगदान देता है। इसलिए, विस्तारित उत्पादों में पूरे कर्नेल की तुलना में बायोएक्टिव यौगिकों की तुलनात्मक रूप से कम अवधारण होती है। कार्यात्मक यौगिकों की कम अवधारण भी एंटीऑक्सीडेंट क्षमता को प्रभावित करती है। इसके अलावा, विस्तार के मध्य एंडोस्पर्म से चोकर के अलग होने से एंटीऑक्सीडेंट गतिविधि में काफी कमी आती है। पॉपिंग और पफिंग प्रक्रिया स्टार्च के जिलेटिनाइजेशन और घुलनशील एमाइलोज सामग्री और मुक्त शर्करा में वृद्धि के कारण ग्लाइसेमिक इंडेक्स पर प्रतिकूल प्रभाव डालती है।

अनाज की इन विट्रो पाचन क्षमता पर पॉपिंग/पफिंग का प्रभाव

प) इन विट्रो प्रोटीन पाचन क्षमताः पफ्ड अनाज की मुक्त अमीनो एसिड सामग्री बढ़ जाती है, जो मुख्य रूप से गर्मी अनुप्रयोगों, संरचना में परिवर्तन और पफिंग के मध्य अनाज में प्रोटीन के हाइड्रोलिसिस से संबंधित है। कई मामलों में, जटिल प्रोटीन संरचनाओं के खुलने के कारण प्रोटीन की पाचन क्षमता बढ़ जाती है, जो पाचन एंजाइमों के लिए एक साइट के रूप में काम करती है।

पप) इन विट्रो स्टार्च पाचन क्षमताः पफ किए गए अनाज स्टार्च के जिलेटिनाइजेशन के कारण उच्च स्टार्च हाइड्रोलिसिस दर प्रदर्शित करते हैं। विस्तार के मध्य उच्च तापमान और दबाव उच्च जिलेटिनाइजेशन की ओर ले जाता है, जिससे स्टार्च पर एमाइलेज को कार्य करने का अवसर मिलता है, जिसके परिणामस्वरूप स्टार्च हाइड्रोलिसिस होता है। इसलिए, पफिंग स्टार्च की पाचन क्षमता को बढ़ावा देने और मानव शरीर में अनाज के पाचन और अवशोषण दर को उन्नत बनाने के लिए एक प्रभावी तकनीक हो सकती है।

निष्कर्ष

पॉप्ड और पफ्ड उत्पाद अपने उन्नत स्वाद, दृश्य अपील और विभिन्न मूल्यवर्धित उत्पादों के रूप में उपलब्धता के कारण लोकप्रिय हैं। पॉपिंग और पफिंग खाद्य पदार्थों के पोषण और पाचन गुणों में भी सुधार करते हैं। पॉप्ड और पफ्ड उत्पादों का सेवन स्वास्थ्य के प्रति जागरूक उपभोक्ताओं के लिए एक उपयुक्त विकल्प हो सकता है, जो तले हुए स्नैक्स और उत्पादों से बचते हैं।

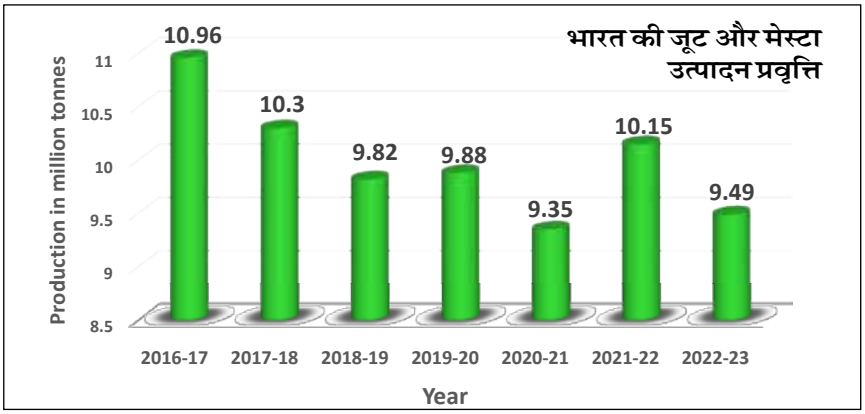
जूट और उसके डेरिवेटिव के निर्यात रुझान

नवीन जोस, विद्या भूषण शंभू, संजय देबनाथ, प्रतीक श्रीवास्तव, दिनेश बाबू शाक्यवार

आईसीएआर-राष्ट्रीय प्राकृतिक फाइबर इंजीनियरिंग और प्रौद्योगिकी संस्थान, कोलकाता
*अनुरूपी लेखक

जूट और मेस्टाः प्रकृति के संधारणीय रेशे

जूट और मेस्टा प्राकृतिक, पौधे-आधारित रेशे हैं जो क्रमशः कॉर्कोरस और हिबिस्कस जेनेरा से प्राप्त होते हैं। ये फसलें गर्म, आर्द्र जलवायु में पनपती हैं, जो उन्हें उष्णकटिबंधीय और उपोष्णकटिबंधीय क्षेत्रों में खेती के लिए आदर्श बनाती हैं। दोनों रेशों का पारंपरिक और औद्योगिक अनुप्रयोगों में उपयोग का एक लंबा इतिहास है, जो सिंथेटिक सामग्रियों के लिए संधारणीय विकल्प प्रदान करते हैं। प्रायः 'गोल्डन फाइबर' के रूप में प्रशंसित, जूट सबसे बहुमुखी प्राकृतिक रेशों में से एक है। इसकी पर्यावरण के अनुकूल, बायोडिग्रेडेबल और संधारणीय विशेषताओं ने विभिन्न क्षेत्रों में माँग में वृद्धि की है। पारंपरिक रूप से पैकेजिंग और टेक्सटाइल के लिए उपयोग किए जाने वाले जूट का अब कंपोजिट, जियोटेक्सटाइल और हस्तशिल्प सहित कई उत्पादों में उपयोग हो रहा है। मेस्टा, मुख्य रूप से हिबिस्कस कैनाबिनस (केनाफ) और हिबिस्कस सब्डरिफा (रोसेल) से प्राप्त होता है, एक तेजी से बढ़ने वाली फाइबर फसल है जो विभिन्न जलवायु परिस्थितियों के अनुकूल हो सकती है। जूट की तुलना में थोड़ा मोटा होने के बावजूद, मेस्टा फाइबर को प्रायः जूट के साथ मिश्रित करके रस्सियाँ, चटाई और वस्त्र जैसे कई उत्पाद बनाए जाते हैं। जूट और मेस्टा दोनों ही नवीकरणीय संसाधन हैं जिनका पर्यावरण पर न्यूनतम प्रभाव पड़ता है। इनकी खेती से मिट्टी की उर्वरता में सुधार हो सकता है, कार्बन उत्सर्जन कम हो सकता है और ग्रामीण आजीविका में योगदान हो सकता है।



चित्र 1. भारत में जूट और मेस्टा के उत्पादन की प्रवृत्ति का चित्रण (स्रोत: IBEF, 2024; RBI, 2023)

भारत वैश्विक जूट बाजार पर अपना दबदबा बनाए हुए है, जो सालाना 1.72 मिलियन टन से अधिक उत्पादन करता है। देश की अनुकूल जलवायु परिस्थितियाँ, उपजाऊ मिट्टी और समृद्ध कृषि विरासत ने इसे अग्रणी स्थान दिलाने में योगदान दिया है। बांग्लादेश, एक अन्य प्रमुख उत्पादक, जूट उत्पादन के मामले में भारत के बहुत करीब है। साथ में, ये दो दक्षिण एशियाई देश वैश्विक जूट उत्पादन के विशाल बहुमत के लिए उत्तरदायी हैं।

जूट उद्योग

जूट उद्योग भारत के सबसे पुराने और सबसे महत्वपूर्ण क्षेत्रों में से एक है, जिसमें पश्चिम बंगाल जूट प्रसंस्करण मिलों की संख्या में अग्रणी है। जूट का प्रमुख उत्पादन पश्चिम बंगाल, बिहार, असम, आंध्र प्रदेश और ओडिशा जैसे राज्यों में होता है, जहाँ लगभग 800,000 हेक्टेयर भूमि जूट और मेस्टा की खेती के लिए समर्पित है। कच्चे माल की कीमतों में उतार-चढ़ाव, सिंथेटिक विकल्पों से प्रतिस्पर्धा और आधुनिकीकरण की आवश्यकता जैसी चुनौतियों का सामना करने के बाद भी, जूट उद्योग स्थिरता और पर्यावरण के अनुकूल सामग्रियों की ओर वैश्विक बदलाव के कारण

नए सिरे से रुचि का अनुभव कर रहा है ।

जूट से बने उत्पादों का उत्पादन

भारतीय जूट उद्योग कई तरह के उत्पाद बनाता है, जिनमें हेसियन, बोरी, खाद्य-ग्रेड कपड़ा, धागा, कालीन बैकिंग, कंबल, सजावटी फाइबर, फर्श कवरिंग और शॉपिंग बैग सम्मिलित हैं, जो घरेलू और निर्यात दोनों बाजारों में महत्वपूर्ण योगदान देते हैं। हेसियन कपड़ा जूट से बना एक हल्का, सादा बुना हुआ कपड़ा है। इसका उपयोग आमतौर पर बैग, असबाब, सजावटी सामान और कॉफी, कोको और चाय जैसे कृषि उत्पादों के लिए पैकेजिंग सामग्री बनाने के लिए किया जाता है। सैकिंग क्लॉथ एक मोटा और भारी कपड़ा है जिसका उपयोग अनाज, चीनी और सीमेंट जैसी थोक सामग्री के परिवहन के लिए मजबूत बोरे और बैग बनाने के लिए किया जाता है। इसकी मजबूती और टिकाऊपन इसे औद्योगिक और कृषि उपयोगों के लिए आदर्श बनाता है। कार्पेट बैकिंग क्लॉथ (सीबीसी) एक जूट फैब्रिक है जिसे विशेष रूप से कालीनों के बैकिंग के लिए डिजाइन किया गया है, जो कालीनों को मजबूती और टिकाऊपन प्रदान करता है और उनके जीवनकाल को बढ़ाता है। इसकी किफायती और पर्यावरण-मित्रता के कारण वैश्विक कालीन उद्योग में इसका व्यापक रूप से उपयोग

चित्र 2. विभिन्न जूट-व्युत्पन्न उत्पादों का चित्रण

किया जाता है। जूट यार्न जूट के रेशों से काता जाता है और यह विभिन्न मोटाई में उपलब्ध होता है। इसका उपयोग बुनाई, बुनाई और शिल्प अनुप्रयोगों के लिए किया जाता है। जूट यार्न का उपयोग जाल, रस्सियाँ और सजावटी सामान बनाने के साथ-साथ असबाब और जियोटेक्सटाइल बनाने में भी किया जाता है।

तालिका 1. पिछले पांच वर्षों के दौरान जूट-व्युत्पन्न उत्पादों के उत्पादन के आँकड़े

वर्ष	हेसियन	सैकिंग	कालीन बैकिंग क्लॉथ (सीबीसी)	यार्न	अन्य	कुल उत्पादन
2019-20	127.5	923.5	0.9	66.0	47.2	1165.1
2020-21	118.4	739.2	1.1	61.3	42.8	962.8
2021-22	119.4	865.1	1.7	59.4	34.4	1080.0
2022-23	117.6	1041.0	0.8	45.6	41.6	1246.6
2023-24	103.7	1071.8	0.0	40.4	41.1	1257.0

(मात्रा (Qty in '000 tonnes') *(स्रोत : IJMA, 2024)*

तालिका 2. पिछले पाँच वर्षों के दौरान जूट से बने उत्पादों की आंतरिक खपत के लिए प्रेषण को दर्शाने वाले आँकड़े

वर्ष	हेसियन	सैकिंग	कालीन बैकिंग क्लॉथ (सीबीसी)	यार्न	अन्य	कुल उत्पादन
2019-20	113.8	907.9	0.5	50.1	44.6	1116.9
2020-21	96.0	736.4	1.0	48.1	34.8	916.3
2021-22	93.1	834.5	0.4	42.4	29.9	1000.3
2022-23	89.1	1013.2	0.1	33.7	34.5	1170.6
2023-24	85.9	1033.8	0.0	27.0	36.1	1182.8

(मात्रा (Qty in '000 tonnes') *(स्रोत : IJMA, 2024)*

जूट से बने उत्पादों की आंतरिक खपत के लिए प्रेषण

भारत में आंतरिक खपत के लिए जूट से बने उत्पादों का प्रेषण मुख्य रूप से पैकेजिंग, कपड़ा, कृषि और निर्माण जैसे विभिन्न क्षेत्रों को पूरा करता है। घरेलू स्तर पर उत्पादित जूट के सामान का एक महत्वपूर्ण भाग, जिसमें हेसियन, बोरे और सुतली सम्मिलित हैं, का उपयोग अनाज, दालों और चीनी जैसे कृषि उत्पादों की पैकेजिंग के लिए किया जाता है। यह सरकारी नियमों द्वारा पुष्ट होता है जो जूट उद्योग का समर्थन करने और स्थिरता को बढ़ावा देने के लिए खाद्यान्न और चीनी पैकेजिंग के लिए जूट के बैग के उपयोग को अनिवार्य बनाता है।

जूट निर्यात बाजार

वैश्विक पर्यावरण चेतना बढ़ने के साथ ही जूट का निर्यात बाजार तेजी से आकर्षक होता जा रहा है। जैसे-जैसे अधिक लोग स्थिरता को प्राथमिकता दे रहे हैं, प्लास्टिक, पॉलीप्रोपाइलीन और अन्य सिंथेटिक सामग्रियों से दूर जाने का एक उल्लेखनीय बदलाव हो रहा है। उपभोक्ता और उद्योग दोनों ही पर्यावरण के अनुकूल विकल्पों पर अधिक बल दे रहे हैं, जूट अपनी बायोडिग्रेडेबल और नवीकरणीय प्रकृति के कारण पसंदीदा विकल्प के रूप में उभर रहा है। यह प्रवृत्ति जूट उत्पादों की माँग को बढ़ा रही है, जिससे जूट फाइबर को टिकाऊ सामग्रियों की ओर वैश्विक बदलाव में एक प्रमुख खिलाड़ी के रूप में स्थान मिल रहा है। जूट उद्योग देश की निर्यात आय में सालाना लगभग 37,860 मिलियन रुपये का योगदान देता है, जो 2021-22 की अवधि के दौरान 512.06 मिलियन अमेरिकी डॉलर के बराबर है।

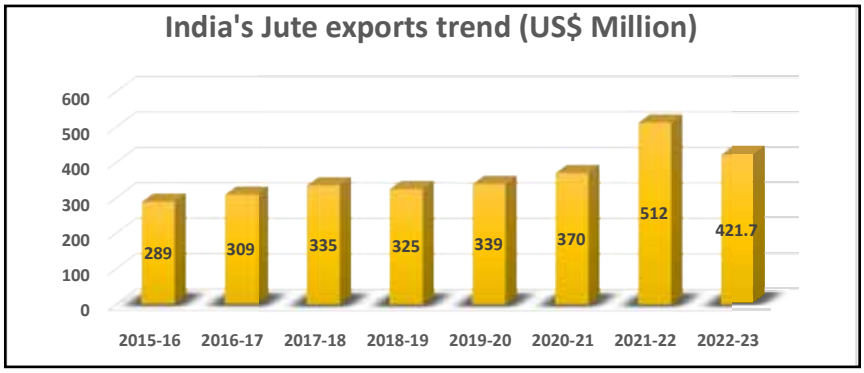
* अन्य में कालीन बैकिंग क्लॉथ, सजावटी कपड़े, उपहार लेख, कंबल, दीवार पर लटकाने वाली वस्तुएँ, वेबिंग सॉइल सेवर, फेल्ट, कॉटन बैगिंग, कैनवास और तिरपाल सम्मिलित हैं (स्रोतरू वाणिज्यिक खुफिया और सांख्यिकी महानिदेशालय (डीजीसीआईएस, 2024)

निर्यात के लिए जूट से बने उत्पादों का प्रेषण भारत के जूट उद्योग में महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है, जो देश की विदेशी मुद्रा आय में महत्वपूर्ण योगदान देता है। भारत जूट उत्पादों की एक विस्तृत श्रृंखला का निर्यात करता है, जिसमें कच्चा जूट, जूट यार्न, हेसियन, बोरी और अन्य विविध जूट उत्पाद जैसे कालीन, वस्त्र और घर की सजावट की

तालिका 4. पिछले पांच वर्षों के लिए जूट उत्पादों के निर्यात के लिए प्रेषण

वर्ष	हेसियन	सैकिंग	कालीन बैकिंग क्लॉथ (सीबीसी)	यार्न	अन्य	कुल उत्पादन
2019-20	18.5	10.6	0.6	15.6	2.0	47.2
2020-21	19.5	12.9	0.4	14.1	3.1	50.0
2021-22	24.2	28.4	1.1	15.0	7.6	76.3
2022-23	26.7	25.7	0.5	13.8	6.8	73.5
2023-24	22.2	21.6	0.0	13.0	6.0	62.8

(मात्रा (Qty in '000 tonnes') *(स्रोत : IJMA, 2024)*

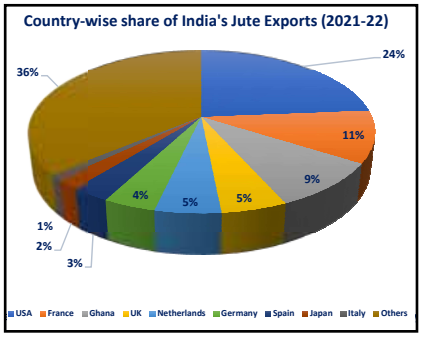


चित्र 4. भारत का जूट निर्यात रुझान (स्रोतः राष्ट्रीय जूट बोर्ड (एनजेबी), 2024, आईजेएमए, 2024)

वस्तुएँ सम्मिलित हैं। ये निर्यात संयुक्त राज्य अमेरिका, यूरोपीय संघ और जापान जैसे देशों के बाजारों को पूरा करते हैं, जहाँ टिकाऊ और बायोडिग्रेडेबल सामग्रियों की बढ़ती माँग है। निर्यात के रुझान वैश्विक जूट बाजार में भारत की बढ़ती उपस्थिति को रेखांकित करते हैं, जो इसे टिकाऊ सामग्रियों के अग्रणी आपूर्तिकर्ता के रूप में स्थापित करता है।

जूट का निर्यात रुझान

भारतीय जूट और जूट उत्पादों के निर्यात में हाल के वर्षों में उल्लेखनीय वृद्धि देखी गई है। 2015-16 और 2020-21 के बीच, जूट निर्यात ने 9 प्रतिशत की चक्रवृद्धि वार्षिक वृद्धि दर (सीएजीआर) प्राप्त की है। 2022 के आरम्भ में, भारत ने मार्च और फरवरी दोनों में लगभग 49 मिलियन अमेरिकी डॉलर मूल्य के जूट और फर्श कवरिंग का निर्यात किया। जूट विविध उत्पाद (जेडीपी) जैसे हाथ और शॉपिंग बैग, उपहार आइटम और सजावटी कपड़े ने निर्यात आय में महत्वपूर्ण योगदान दिया है, जिसमें जेडीपी का सबसे बड़ा भाग है। 2020-21 में, जेडीपी निर्यात का मूल्य लगभग 163 मिलियन अमेरिकी डॉलर था, जबकि हेसियन और सैकिंग उत्पाद इसके बाद दूसरे स्थान पर रहे। 2022-23 तक, जूट निर्यात प्रभावशाली 21.24 बिलियन अमेरिकी डॉलर तक पहुँच गया।



चित्र 3. भारत से प्रमुख जूट आयात का देशवार हिस्सा (स्रोतः राष्ट्रीय जूट बोर्ड (एनजेबी), 2024)

भारतीय जूट मिल्स एसोसिएशन (आईजेएमए) ने वित्तीय वर्ष 2021-22 के मध्य बोरी और हेसियन उत्पादों के निर्यात में पर्याप्त वृद्धि की सूचना दी। बोरी उत्पादों के लिए निर्यात मूल्य 5026.2 मिलियन रुपये (यूएस$65 मिलियन) और हेसियन उत्पादों के लिए 3634.5 मिलियन रुपये (यूएस$47 मिलियन) तक पहुंच गया, जो पिछले वर्ष के आंकड़ों से उल्लेखनीय वृद्धि दर्शाता है। यार्न निर्यात में मूल्य में 23.15 प्रतिशत की उल्लेखनीय वृद्धि देखी गई, जो 4167.0 मिलियन रुपये (यूएस$54 मिलियन) तक पहुंच गई, जबकि कच्चे जूट का निर्यात बढ़कर 449.40 करोड़ रुपये (यूएस$58 मिलियन) हो गया, जो पिछले वर्ष के 1774.3 मिलियन रुपये (यूएस$23 मिलियन) से काफी अधिक है।

इसके अतिरिक्त, 2022-23 में, बोरी और हेसियन उत्पादों के निर्यात में वृद्धि जारी रही, जो क्रमशः 83.3 मिलियन अमेरिकी डॉलर और 128.8 मिलियन अमेरिकी डॉलर तक बढ़ गया। इसी अवधि के दौरान यार्न निर्यात का मूल्य 10.9 मिलियन अमेरिकी डॉलर था, और कच्चे जूट का निर्यात 22.5 मिलियन अमेरिकी डॉलर था। ये आंकड़े वैश्विक जूट बाजार में भारत की बढ़ती भूमिका और विविध जूट उत्पादों में इसकी बढ़ती निर्यात क्षमताओं को रेखांकित करते हैं। 2015-16 से 2022-23 तक जूट निर्यात की प्रवृत्ति में लगातार वृद्धि देखी गई है, जो 2021-22 में 289 मिलियन से बढ़कर 512 मिलियन हो गई, इसके बाद 2022-23 में मामूली गिरावट के साथ 421.7 मिलियन हो गई (चित्र 4)। मामूली उतार-चढ़ाव के बाद भी, कुल मिलाकर पिछले कुछ वर्षों में जूट निर्यात में उल्लेखनीय वृद्धि देखी गई है।

निष्कर्ष

निष्कर्ष के तौर पर, जूट और जूट से बने उत्पादों के निर्यात रुझान टिकाऊ सामग्रियों की बढ़ती वैश्विक माँग को रेखांकित करते हैं। भारत ने इस बदलाव का सफलतापूर्वक लाभ उठाया है, और पर्यावरण के अनुकूल जूट बैग, यार्न, जियोटेक्सटाइल और विविध उत्पादों का अग्रणी निर्यातक बन गया है। जबकि इस क्षेत्र में लगातार वृद्धि देखी गई है, कच्चे माल की कीमतों में उतार-चढ़ाव और आधुनिकीकरण की आवश्यकता जैसी चुनौतियाँ बनी हुई हैं। अपने निर्यात की गति को बनाए रखने के लिए, भारत को नवाचार, उत्पाद विविधीकरण और उत्पादन दक्षता में निवेश करना चाहिए। वैश्विक बाजार की माँगों के साथ तालमेल बिठाकर और निरंतर नीति समर्थन और नवाचार के साथ, भारत जूट व्यापार में अपनी स्थिति सुदृढ़ कर सकता है और हरित अर्थव्यवस्था में योगदान दे सकता है।

कृषि मशीनरी आधारित उद्यमिता विकास

पी के साहू[1] और सतीश देवराम लांडे'[2]

[1]प्रमुख, कृषि अभियांत्रिकी विभाग, आईसीएआर-भारतीय कृषि अनुसंधान संस्थान, नई दिल्ली
[2]वरिष्ठ वैज्ञानिक, कृषि अभियांत्रिकी विभाग, आईसीएआर-भारतीय कृषि अनुसंधान संस्थान, नई दिल्ली
*अनुरूपी लेखक

कृषि मशीनीकरण ने समयबद्ध संचालन और इनपुट बचत हस्तक्षेपों के माध्यम से कृषि उत्पादकता बढ़ाने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाई है ताकि मशीनीकृत स्रोतों का उपयोग करके उच्च उत्पादन की सुविधा मिल सके। बढ़ती जनसंख्या और संबंधित बाधाएँ वर्तमान कृषि भूमि से प्रति इकाई उत्पादकता में स्थायी वृद्धि की आवश्यकता को रेखांकित करती हैं और कुशल कृषि मशीनों का उपयोग करके विभिन्न कृषि कार्यों के लिए भारत में अधिक मशीनीकरण और उद्यमिता विकास की आवश्यकता को बढ़ाती हैं। भारत में पिछले दशकों के मध्य विभिन्न कृषि गतिविधियों के लिए मानव और पशु शक्ति की उपलब्धता में बड़े स्तर पर कमी ने कृषि मशीनरी सेवा प्रदाता के लिए उपयुक्त वातावरण बनाया और इस तरह कृषि मशीनरी उद्यमिता की स्थापना की संभावना प्रस्तुत की है। कस्टम हायरिंग सेंटर या कृषि मशीनरी बैंकों या फसल / क्षेत्र विशिष्ट समाधानों के माध्यम से विभिन्न मौसम विशिष्ट कृषि आवश्यकताओं को पूरा करने के लिए उपयुक्त कृषि मशीनों का उपयोग करके भारतीय खेत पर लाभदायक उद्यमिता के बारे में संकेत मिलता है। इसके अलावा, कृषि मशीनीकरण ने कुशल और कम मूल्य आधुनिक कृषि मशीनरी दोनों के आधार पर एक बढ़ती, महत्वपूर्ण और टिकाऊ उद्यमिता के विकास में योगदान दिया। देश के राज्यों में कृषि शक्ति उपलब्धता में महत्वपूर्ण भिन्नता रही है और भारत में समग्र कृषि शक्ति उपलब्धता (एफपीए) ने लाभदायक व्यावसायिक अवसरों को उजागर किया है। भारतीय खेतों पर कृषि शक्ति उपलब्धता (एफपीए) 1971-72 में 0.37 किलोवाट/हेक्टेयर से बढ़कर 2021-22 में 3.04 किलोवाट/हेक्टेयर हो गई, जिससे सरकारी नीतियों और निजी उद्योगों द्वारा समर्थित व्यक्ति या समूहों द्वारा विभिन्न उद्यमिता कार्यक्रमों की माँग हुई।

वैश्विक स्तर पर, भारत सबसे बड़ा ट्रैक्टर निर्माता है, जो दुनिया के कुल ट्रैक्टर उत्पादन का लगभग एक तिहाई भाग है। इसके अतिरिक्त, ट्रैक्टरों का भारत के कृषि मशीनरी बाजार में सबसे बड़ा भाग है, जो देश में बिकने वाली कुल कृषि मशीनरी का लगभग 80 प्रतिशत योगदान देता है। ट्रैक्टर कृषि मशीनीकरण के लिए उत्प्रेरक का काम करता है और विभिन्न कृषि कार्यों के लिए अन्य मशीनों/उपकरणों के उपयोग का आधार बनता है। कृषि गतिविधि को समय पर कम कीमत वाली विधियों से पूरा करने के लिए विभिन्न शक्ति और विभिन्न प्रकार के ट्रैक्टरों के उपयोग के लिए कृषि मशीनरी और कुशल/प्रशिक्षित मानव शक्ति की उपलब्धता किसानों की प्रमुख आवश्यकता बन गई। समयबद्ध क्षेत्र विशिष्ट कृषि गतिविधियों के लिए माँग विशिष्ट मशीन के साथ-साथ नई आधुनिक मशीनों को चलाने के लिए कुशल खेत मजदूर सहित कृषि श्रम की अनुपलब्धता कृषि मशीनरी आधारित उद्यमिता के विकास का आधार बन गई। कृषि मशीनरी आधुनिक कृषि का एक आवश्यक घटक है, और उच्च गुणवत्ता वाली और कुशल मशीनरी की माँग विशेष रूप से फसल मौसम के चरम घंटों विशेषकर बुवाई और कटाई के समय त्वरित विधि से बढ़ रही है।

कृषि में उन्नत एवं कुशल इंजीनियरिंग

हस्तक्षेपों ने समय पर कृषि संचालन, इनपुट की सटीक आँकलन और उन्नत प्लेसमेंट, मृदा एवं जल संसाधनों का संरक्षण, सिंचाई क्षमता एवं दक्षता में वृद्धि, उन्नत भंडारण संरचनाओं एवं प्रौद्योगिकियों के माध्यम से उपज की हानि को कम करने और मूल्य संवर्धन के माध्यम से उत्पादन एवं उत्पादकता बढ़ाने में महत्वपूर्ण योगदान दिया है। मौसम की अनिश्चितताओं के कारण कृषि कार्यों की समयबद्धता बाधित हुई है और कम समय अवधि की उपलब्धता के कारण माँग में तेजी से वृद्धि हुई है। यदि किसान आदर्श समय सीमा के भीतर आवश्यक संचालन पूरा करने में विफल रहता है, तो कृषि उत्पादन पर महत्वपूर्ण प्रभाव पड़ता है। इसका समाधान संचालन करने के लिए उपयुक्त कृषि उपकरणों को नियोजित करके लाभदायक उद्यम केंद्र विकसित करने में निहित है। कृषि मशीनरी का उपयोग करके छोटे खेतों पर भी कृषि कार्यों की दक्षता और समयबद्धता कई गुना बढ़ाई जा सकती है। हालांकि, आधुनिक मशीनरी की लागत दिन-प्रतिदिन बढ़ रही है और छोटे भूमि धारकों के लिए वहनीय नहीं रह गई है। नवीन व्यवस्थाओं द्वारा उपकरणों की लागत को साझा करके, किसानों द्वारा निवेश की जाने वाली लागत को वहनीय बनाया जा सकता है। हाल के दिनों में कृषि मशीनरी की कस्टम हायरिंग को ऐसी व्यवस्था के रूप में देखा जा रहा है, जो छोटे खेतों पर भी कृषि कार्यों के मशीनीकरण को बढ़ावा दे सकती है। मशीनरी की लागत को कम लागत की बनाने और उन्हें सभी किसानों को उपलब्ध कराने के लिए भारत सरकार कृषि मशीनीकरण उप-मिशन (एसएमएएम) के अन्तर्गत कृषि मशीनरी बैंकों की स्थापना और कस्टम हायरिंग के लिए उच्च तकनीक वाले उच्च उत्पादक उपकरण हब की स्थापना के लिए सहायता प्रदान कर रही है। इससे विभिन्न कृषि मशीनरी और उपकरणों के स्वामित्व को बढ़ावा मिलता है, उपयुक्त स्थानों और फसलों के लिए कृषि मशीनरी बैंकों की स्थापना, कम मूल्य शुल्क पर पूंजी गहन मशीनें, उच्च मूल्य के लिए उच्च तकनीक वाले मशीनरी हब की स्थापना, उन्नत मशीनों/प्रौद्योगिकियों की आरम्भ के साथ-साथ मशीनरी के उपयोग में तेजी आती है और मशीनरी की चरम माँग के समय खेत मजदूरों पर निर्भरता से छुटकारा मिलता है। कृषि मशीनों के उपयोग के माध्यम से उद्यमिता विकास के विभिन्न मॉडल हैं:

अ) विशिष्ट फसल आधारित मॉडल: मोनो फसल कस्टम हायरिंग के मामले में, यह देखा गया कि एक फसल के लिए सभी संचालन मशीनों के एक सेट के माध्यम से मशीनीकृत होते हैं। बड़ी संख्या में किसान इसमें लगे हुए हैं और वे किसी व्यवसाय समूह के साथ भागीदार के रूप में कार्य करते हैं। मेसर्स शाकी शुगर मिल्स (तमिलनाडु) द्वारा बड़े स्तर पर मशीनीकृत गन्ना खेती और मेसर्स सनराइज प्राइवेट लिमिटेड (बुलंदशहर, यूपी) द्वारा मशीनीकृत गाजर की खेती, विभिन्न निजी फर्मों (हरियाणा, पंजाब) द्वारा चावल अवशेष प्रबंधन इस मॉडल के उदाहरण हैं। फसल पद्धति, सांस्कृतिक अभ्यास, किस्मों का चयन, कृषि मशीनरी का चयन सभी प्रबंधन

समूह द्वारा तय किए जाते हैं। उच्च क्षमता और दक्षता वाली विशेष मशीनों के चयन में उचित सावधानी बरती जाती है। इस प्रकार, बेड़े का आकार और पूंजी निवेश को कम किया जा सकता है।

ब) मशीन बेड़े आधारित मॉडलः कुछ उद्यमी परिचालन समय या क्षेत्र के आधार पर कस्टम हायरिंग और मूल्य निर्धारण पर कृषि मशीनरी के बेड़े चला रहे हैं। उद्यमी ट्रैक्टर और मशीनों के किसी भी ब्रेक डाउन के लिए किसानों को फील्ड सेवाएं प्रदान करता है। उद्यमी क्षेत्र के लिए मशीनरी की माँग के आधार पर बेड़े के स्टेशन को बदलता है। विभिन्न कृषि मशीनों के कस्टम हायरिंग शुल्क निश्चित और स्थान विशिष्ट हैं, जिसका अर्थ है कि सेवा प्रदाता प्रायः कार्य क्षेत्र के स्थान को नहीं बदलते हैं।

स) कॉर्पोरेट/सहकारी समिति आधारित मॉडलः इसमें कॉर्पोरेट/सहकारी समिति कस्टम हायरिंग सेवाएं प्रदान करने में लगी हुई है ताकि किसान/उद्यमी को ट्रैक्टर और कृषि मशीनरी की उद्यमिता अपनाने के लिए प्रोत्साहित किया जा सके। क्षेत्र के किसानों द्वारा अपनाए गए फसल पैटर्न के लिए विभिन्न क्षेत्र संचालन की मशीनीकरण आवश्यकता का पता लगाने के लिए कंपनी द्वारा प्रारंभिक अध्ययन किया गया था। कस्टम हायरिंग के लिए पहचाने गए मुख्य संचालन बीज बिस्तर की तैयारी, बुवाई पौध संरक्षण और पोषक तत्व प्रबंधन, कटाई और उप-मृदाकरण थे। कृषि मशीनरी संचालन के साथ-साथ उनकी मरम्मत और रखरखाव पर ग्रामीण युवाओं को तकनीकी प्रशिक्षण देना इस प्रकार के मॉडल को सफलतापूर्वक चलाने की कुंजी है। ब्रेक-डाउन अवधि को कम करने के लिए कृषि मशीनरी/ट्रैक्टर प्रदाता से तकनीकी सहायता ली जाती है। यह चरम आवश्यकता अवधि के दौरान क्षेत्र कवरेज को अधिकतम करने में मदद करता है। उद्यमी को आमतौर पर प्रत्येक इकाई में ट्रैक्टर, हार्वेस्टर/कंबाइन हार्वेस्टर, रोटावेटर, लेजर लेवलर, सीड ड्रिल और विनोवर रखने की सलाह दी जाती है। उपकरण और मशीनों की कस्टम हायरिंग दर कवरेज के क्षेत्र पर आधारित होती है। कवरेज का क्षेत्र हाथ में पकड़े जाने वाले जीपीएस डिवाइस द्वारा पाया जाता है। उद्यमियों ने किसानों/ग्राहकों को अधिकतम कार्य संतुष्टि देने और उनके साथ अच्छे संबंध बनाने की सलाह दी।

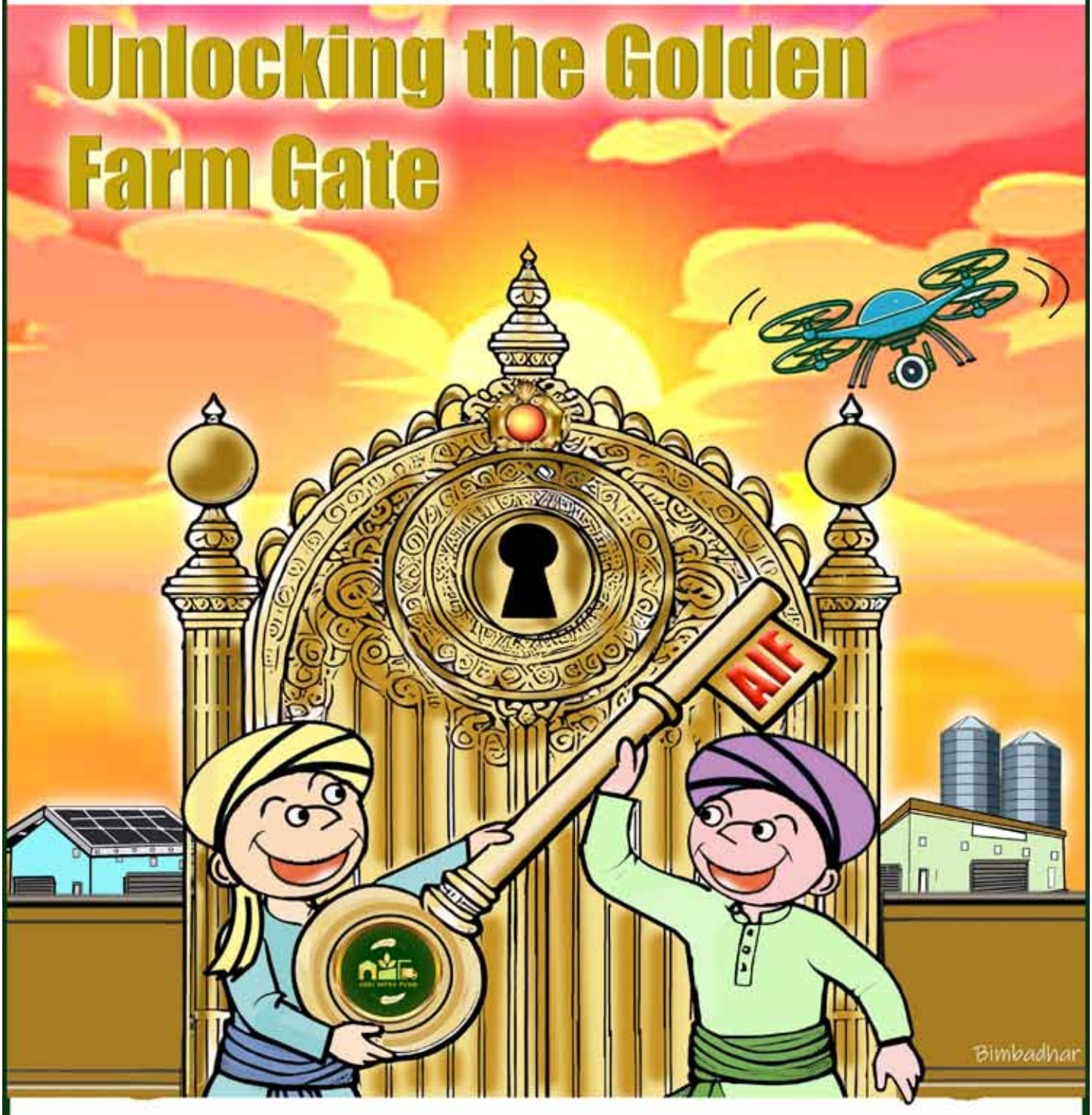
द) संचालन विशिष्ट मॉडलः कंबाइन हार्वेस्टिंग मुख्य रूप से धान, गेहूं और सोयाबीन के लिए सबसे लोकप्रिय कस्टम हायरिंग ऑपरेशन है। पंजाब और हरियाणा राज्यों के विभिन्न गांवों में कंबाइन हार्वेस्टिंग के लिए कस्टम हायरिंग का एक बहुत ही सफल उद्यम देखा गया। सेवा प्रदाता फसल की परिपक्वता के समय कटाई के उद्देश्य से अपनी मशीनों को उत्तर प्रदेश (यूपी), मध्य प्रदेश (एमपी), गुजरात, महाराष्ट्र जैसे विभिन्न राज्यों में ले जाते हैं। कटाई की अवधि के दौरान उद्यमी ने काम के लिए चार व्यक्तियों (फोरमैन, ड्राइवर और दो कुशल सहायक) की एक टीम को लगाया। टीम ने फरवरी के मध्य में हरियाणा/पंजाब राज्य से गुजरात, महाराष्ट्र, एमपी और फिर अप्रैल के मध्य तक हरियाणा वापस जाना आरम्भ किया, इस प्रकार उद्यमी को लगभग दो महीने की कटाई का समय मिला, जबकि सामान्य उपलब्ध समय 20-25 दिन का होता है। इसने कंबाइन हार्वेस्टर मशीन के वार्षिक उपयोग के घंटे को बढ़ाया और लाभ भी उत्पन्न करने में सक्षम हुआ।

य) किसान उत्पादक संगठन/ किसान उत्पादक कंपनी आधारित उद्यमिताः किसान उत्पादक संगठनों के लिए कस्टम हायरिंग सेंटर/फार्म मशीनरी बैंक के लिए आवेदन करने हेतु विभिन्न सरकारी योजनाएं उपलब्ध हैं। व्यस्त अवधि के मध्य कृषि श्रमिकों की कमी के कारण किसान मशीनों को प्राथमिकता दे रहे हैं। मशीनों का स्वामित्व सीमित है क्योंकि ये मशीनें पूंजी गहन हैं और उनके कम मूल्य उपयोग के लिए प्रति वर्ष अधिक उपयोग घंटे की आवश्यकता होती है, और इसलिए कस्टम हायरिंग पर आधारित किराये की सेवाएं महत्वपूर्ण भूमिका निभाती हैं। एफपीओ की किराये की सेवाओं का लाभ सदस्यों और गैर-सदस्यों द्वारा भी उठाया जाता है। चल रही कृषि व्यवसाय गतिविधियों के कारण गांवों की संख्या के संदर्भ में पहुंच अधिक है। मशीनों के संचालकों को कोई औपचारिक प्रशिक्षण नहीं मिला है, लेकिन एफपीओ को मशीन आवंटित करने से पहले आवश्यक मशीन प्रदर्शन आयोजित किए गए थे। मशीनों के रखरखाव और लंबे जीवन के लिए कुशल संचालक बहुत महत्वपूर्ण हैं। ट्रैक्टरोंध्कार्म मशीनों की तकनीकी जानकारी जो एक संचालक को पता होनी चाहिए, साथ ही फसल की उपयुक्तता के बारे में सामान्य जागरूकता हमेशा कम मूल्य विधियों से विभिन्न कृषि गतिविधियों को समय पर पूरा करने में सहायक होती है।

च) आधुनिक मशीन विशिष्ट उद्यमिताः आधुनिक परिशुद्धता मशीनों में भारतीय खेतों पर उद्यमिता के लिए बहुत संभावनाएं हैं क्योंकि इन आधुनिक पर्यावरण-अनुकूल उपकरणों में सेंसर की भागीदारी के माध्यम से पारंपरिक कृषि पद्धतियों को उन्नत बनाने, उत्पादकता बढ़ाने और संसाधन की बर्बादी को कम करने की क्षमता है। सेंसर आधारित परिशुद्धता मशीनें फसल स्वास्थ्य, मिट्टी की स्थिति और कीट संक्रमण पर वास्तविक समय के आंकड़े प्रदान करती हैं, जो किसानों के लिए निर्णय लेने में सुधार करने के लिए एक आशाजनक समाधान प्रदान करती हैं, जिससे उच्च उत्पादकता और संसाधन अनुकूलन होता है। हाल के वर्षों में कृषि में ड्रोन के उपयोग और सरकारी नीतियों के माध्यम से इसके प्रचार से भविष्य में पर्याप्त वृद्धि की आशा है। कृषि क्षेत्र को सुदृढ़ करने के लिए कई निजी संस्थाएँ कृषि ड्रोन और अन्य सेंसर आधारित तकनीकों में निवेश कर रही हैं।

AGRICULTURE INFRASTRUCTURE FUND

Unlocking the Golden Farm Gate



to Prosperity and Happiness

CLICK an AIF Loan Today www.agriinfra.dac.gov.in

SBI
The banker to every Indian

KISAN KI UNNATI SE HAI DESH KI PRAGATI.

SBI Agri Loan Products for your every agricultural need

AGRI GOLD LOAN
- Digital sanction on YONO KRISHI
- Low interest rate

KISAN CREDIT CARD
- Interest rate at 7% p.a., up to ₹ 3 Lakhs*
- 3% incentive for prompt paying farmers, up to ₹ 3 Lakhs*
- Collateral-free loan for up to ₹ 1.6 Lakhs

MUDRA LOAN
- No collateral up to ₹10 Lakhs
- Simple documentation

LOAN FOR SELF-HELP GROUPS
- Loan for livelihood
- Flexible repayment

AGRI ENTERPRISE LOAN
- Loan range: ₹1 Lakh - ₹100 Crores
- Covers all facilities, including fund-based and non-fund-based
- Features for exporters: EPC, PCFC, Post Shipment Credit, Bill discounting, etc

KISAN SAMRIDDHI RIN
- Higher loan limit for modern farming: ₹5 Lakhs - ₹50 Crores
- Open to all farmer types: Individual, Non-Individual, or Corporate

ATMA NIRBHAR BHARAT SCHEMES:
- Loans available under Agri Infra Fund, PMFME scheme, AHIDF scheme
- To establish cold storage, warehouses, silos, food processing units, etc.
- Credit Guarantee available
- Interest subvention available

FARMER PRODUCER COMPANIES (FPCs)
- Loans available for all activities of FPCs
- Attractive interest rates
- Credit guarantee available
- Interest concession available

T&C Apply

For more details, visit bank.sbi or contact Branch Manager

Follow us on